




277

# هذا هو علم البيولوجيا

## دراسة في ماهية الحياة والأحياء

تأليف: إرنست ماير

ترجمة: د. عفيفي محمود عفيفي




سلسلة كتب ثقافية شهرية يصدرها المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب - الكويت

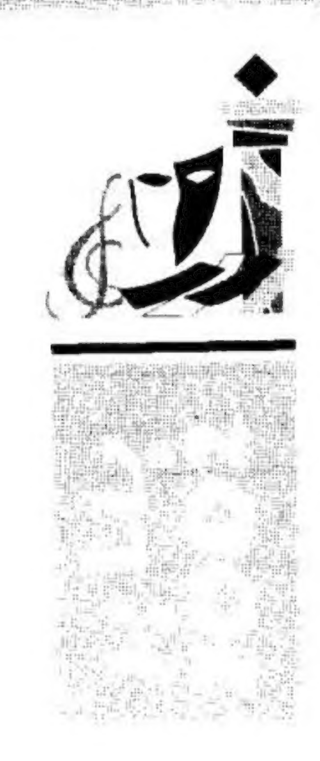
صدرت السلسلة في يناير 1978 بإشراف أحمد مشاري العدواني 1923-1990

277

# هذا هو علم البيولوجيا

## دراسة في ماهية الحياة والأحياء

تأليف:
إرنست ماير
ترجمة:
د. عفيفي محمود عفيفي





سلسلة شهرية يصدرها
المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب



سعر النسخة

| | |
|---|---|
| الكويت ودول الخليج | دينار كويتي |
| الدول العربية | ما يعادل دولارا أميركيا |
| خارج الوطن العربي | أربعة دولارات أميركية |

الاشتراكات

**دولة الكويت**

| | |
|---|---|
| للأفراد | 15 د.ك |
| للمؤسسات | 25 د.ك |

**دول الخليج**

| | |
|---|---|
| للأفراد | 17 د.ك |
| للمؤسسات | 30 د.ك |

**الدول العربية**

| | |
|---|---|
| للأفراد | 25 دولارا أميركيا |
| للمؤسسات | 50 دولارا أميركيا |

**خارج الوطن العربي**

| | |
|---|---|
| للأفراد | 50 دولارا أميركيا |
| للمؤسسات | 100 دولار أميركي |

تسدد الاشتراكات مقدما بحوالة مصرفية باسم المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب وترسل على العنوان التالي:

السيد الأمين العام
للمجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب
ص.ب: 28623 ـ الصفاة ـ الرمز البريدي13147
دولة الكويت

الموقع على الإنترنت:
www.kuwait culture.org.kw


ISBN 99906-0-070-8

رقم الإيداع (٢٠٠٠٠٤/٢٠٠٢)

العنوان الأصلي للكتاب

# This is Biology

## The Science of the Living World

by

Ernst Mayr

The Belknap Press of Harvard University Press
Gambridge, Massachusetts,London, England, 1997

طبع من هذا الكتاب أربعون ألف نسخة

مطابع السياسة ـ الكويت

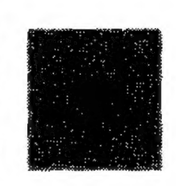
شوال ١٤٢٢ ـ يناير ٢٠٠٢

# المحتوى

المحتوى

المحتوى





# مقدمة

منذ بضع سنوات قام ڤاليري جيسكار ديستان - رئيس فرنسا آنذاك - بإعلان القرن العشرين قرنًا للعلوم الحياتية (البيولوجية)؛ وربما لم يكن هذا الإعلان دقيقًا تمامًا بالنسبة للقرن برُمته، ولكنه كان بالتأكيد صحيحًا فيما يخص نصفه الثاني، فعلم البيولوجيا اليوم مجال خصب لاستقاء المعرفة. ولقد شهدنا مولد أفكار جريئة وغير مسبوقة في مجالات: علم الجينات وبيولوجيا الخلية، وعلم الأعصاب، وكذلك تقدمًا بالغ العظمة في البيولوجيا التطورية، وعلم البشريات الطبيعي، وعلم البيئة. ولقد تمخضت بحوث البيولوجيا الجزيئية عن قيام صناعة كاملة متنامية، وسرعان ما ظهرت نتائج ذلك في مجالات متباينة مثل الطب، والفلاحة، وتربية الحيوان، والتغذية البشرية، وهذا قليل من كثير.

إن الصورة التي رسمتها تطلعاتنا في مجال البيولوجيا لم تكن مشرقة دوما. ففي الفترة من بدء الثورة العلمية في القرن السابع عشر حتى ما بعد الحرب العالمية الثانية بوقت ليس بالقصير، كان مفهوم العلم عند معظم الناس محصورًا في دائرة مجالاته الدقيقة المحددة: كالفيزياء والكيمياء والميكانيكا والفلك؛ وجميعها تستند بكل ثقلها إلى الحسابات الرياضية،

«إن الإلمام بما يجري خارج مجال تخصص الفرد كثيرا ما يكون هو العامل الحاسم في إحراز تقدم معرفي».

**المؤلف**

وتؤكد دور القوانين الكونية. وآنذاك، كانت الفيزياء تعتبر المثال النموذجي للعلم؛ وبالمقابل كانت دراسة عالم الأحياء تعتبر من الأعمال الدنيا. وحتى يومنا هذا، مازال معظم الناس محتفظين بالمفاهيم الخاطئة عن علوم الحياة. وعلى سبيل المثال، مازال سوء فهم تجاه علم البيولوجيا متفشيًا في الأوساط العامة، سواء كان الموضوع هو تعليم التطور، أو قياس الذكاء أو احتمالات استكشاف الحياة خارج كوكبنا الأرضي أو انقراض الأنواع أو مخاطر عادة التدخين.

والأكثر من ذلك مدعاة للأسف، أن كثيرًا من البيولوجيين أنفسهم مازالت لديهم تلك الفكرة البالية عن علوم الحياة. فالمعاصرون منهم يجنحون إلى الإسراف في التخصص العلمي، فهم قد يعرفون كل شيء عن نوع معين من الطيور، أو عن هرمونات الجنس، أو سلوك الأبوّة، أو تشريح الأعصاب، أو التركيب الجزيئي للجينات، ومع ذلك فهم كثيرًا ما يفتقرون إلى معرفة ما حدث من تطورات خارج مجال خبرتهم؛ ونادرًا ما يكون لدى البيولوجيين وقت ينتزعون أنفسهم فيه من تخصصاتهم، لينظروا إلى علوم الحياة كوحدة متكاملة، فعلماء الوراثة والأجنة والتصنيف والبيئة جميعًا يعتبرون أنفسهم بيولوجيين، ولكن معظمهم لا يقدرون حق التقدير ما بين كل هذه التخصصات المختلفة من جوانب مشتركة، ولا يلتفتون ـ إلا فيما ندر ـ إلى كيف أنها تختلف جوهريًا عن العلوم الفيزيائية. وإن إلقاء بعض الضوء على هذه القضايا هو أحد الأهداف الرئيسية لهذا الكتاب.

لقد بدأ اهتمامي بالطبيعة منذ أن تعلمت المشي تقريبًا. ولقد قادني حُبي للنباتات والحيوانات إلى التعامل مع عالم الأحياء بشغف كالتقديس. ولحسن الحظ، إن دروس مادة علم الأحياء التي تلقيتها في المدرسة الألمانية العالية حوالى عام ١٩٢٠، كانت تركز على الكائن كوحدة متكاملة، وعلى تفاعلاته مع البيئة الحية وغير الحية؛ ولعل في إمكاننا الآن القول إن التركيز كان على تاريخ الحياة وعلم السلوك والبيئة. أما الفيزياء والكيمياء ـ وقد درستهما أيضًا في المدرسة العالية ـ فكانتا شيئًا مختلفًا تمامًا وقليل الصلة بالنباتات والحيوانات الحية.

وفي أثناء سنوات دراستي للطب، كنت متأثرًا، إلى حد بعيد، بهذا الفرع من الدراسة، ومنشغلا أكثر من اللازم بتساؤلات أساسية مثل: «ما هو علم الحياة؟» و«ما الذي يجعل البيولوجيا علمًا؟». وفي الحقيقة لم يكن هناك

آنئذ ـ على الأقل في الجامعات الألمانية ـ من مواضيع الدراسة ما يمكن وصفه بأنه «بيولوجي»... إن ما يمكن الآن أن نسميه «علم البيولوجيا» كان يُدرس في قسمي النبات وعلم الحيوان، وكلاهما كان يكرس الاهتمام بدراسة الأنماط التركيبية وأواصر الصلة بينها. وتحريًا للدقة أقول، إنه كانت تدرس أيضًا بعض المقررات في علمي وظائف الأعضاء والوراثة وغيرهما من علوم ذات طابع تجريبي، ولكن التكامل بين الموضوعات لم يكن كافيًا، كما أن إطار المفاهيم لدى التجريبيين لم يكن متوافقًا مع ذلك الخاص بعلماء الحيوان والنبات، الذين يقوم عملهم على أساس التاريخ الطبيعي.

وبعد تحولي من دراسة الطب إلى علم الحيوان (وبصفة خاصة دراسة الطيور) ـ في أعقاب إتمامي الامتحانات الإكلينيكية التمهيدية ـ درست مقررات في الفلسفة في جامعة برلين، ولكن لخيبة أملي لم يمد القائمون بالتدريس جسورًا بين موضوعات الدراسة في علم البيولوجيا وبين الفلسفة. ولكن عشرينيات القرن العشرين وثلاثينياته شهدت ظهور منهج من الممكن تسميته «فلسفة العلم». وفي الخمسينيات ـ وبعد أن تعرفت على مواد الدراسة في هذا المجال ـ شعرت بمرارة خيبة الأمل مرة أخرى. فهذه لم تكن فلسفة علم بقدر ما كانت فلسفة منطق أو فلسفة رياضيات أو فلسفة علوم فيزيائية؛ إذ لم تكن لها علاقة تستحق الذكر باهتمامات البيولوجيين. وفي غضون ذلك الوقت جلست وكتبت قائمة بالتعميمات الرئيسية في مجال علم البيولوجيا التطورية الواردة في الكتب والبحوث المنشورة ـ وكان من بينها آنذاك عدد قليل شاركت أنا فيه ـ فلم أجد فيها عملا واحدا غُطِّي بالقدر الكافي في المراجع الفلسفية، بل إن معظمها لم يرد له أي ذكر في تلك المراجع.

وحتى هذه النقطة، لم تكن عندي ـ بعد ـ أي خطط للمشاركة في مجال تاريخ العلم وفلسفته، إذ إن كل رصيدي المعرفي عن هذه الموضوعات كان حصيلة حضوري مؤتمرات وحلقات بحث علمي كنت أدعى إليها، فأضطر إلى أن أنحي أبحاثي في نظرية التطور وفي علم التصنيف إلى حين؛ فقد كان مقصدي الوحيد هو إبراز ذلك البون الشاسع والمتعدد الوجوه بين البيولوجيا والفيزياء. وعلى سبيل المثال، حدث في عام ١٩٦٠ أن دعاني «دانييل ليرنر Daniel Lerner» من معهد ماساشوستس للتكنولوجيا إلى المشاركة في سلسلة محاضرات عن «العلة والنتيجة Cause and effect»؛ وكنت مهتمًا بمشكلة التعليل

البيولوجي، منذ أن نُشر اثنان من أعمالي العلمية: أولهما في عام ١٩٢٦ عن نوع معين من الطيور المغردة؛ والآخر في عام ١٩٣٠ عن أصل ظاهرة هجرة الطيور، ولذلك رحبت بهذه الفرصة التي تتيح لي تمحيص أفكاري حول هذا الموضوع؛ وقبل ذلك بوقت طويل كنت متنبهًا إلى الفرق بين عالم الأحياء وعالم الجمادات؛ صحيح أن كليهما يخضع للقوانين الكونية التي اكتُشفت وحُلِّلت بفضل العلوم الفيزيائية، إلا أن الكائنات الحية تخضع أيضًا للتعليمات الصادرة من البرنامج الجيني، وهو أمر لا وجود له في عالم الجمادات. وبالطبع، لم أكن أنا أول مشتغل بالعلوم البيولوجية يكتشف ظاهرة «ثنائية التعليل» في الكائنات المتعضية، ولكن بحثي المنشور عام ١٩٦١ عن تلك السلسلة من المحاضرات كان أول عمل علمي يقدم تحليلا مفصلا لهذا الموضوع.

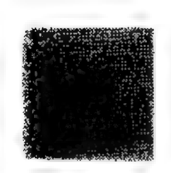
والحق أن أعمالي العلمية المختلفة حول الفرق بين علوم الحياة والعلوم الفيزيائية، لم تكن موجهة إلى الفلاسفة وعلماء الفيزياء بقدر ما كانت موجهة نحو زملائي البيولوجيين الذين كانت مفاهيم الفيزيائيين واضحة في كتاباتهم عن غير قصد منهم؛ وعلى سبيل المثال، فإن دعوى أن كل صفة من مميزات النظم الحية المعقدة يمكن توضيحها عن طريق دراسة المكونات الأدنى (الجزيئات فالجينات وما إلى ذلك). هذه الدعوى صدمتني بسذاجتها: فالكائنات الحية تشكل تسلسلا هرميًا أكثر تعقيدًا من أي نظام آخر، بدءًا من الجزيئات فالخلايا فالأنسجة حتى الكائنات الكاملة فالعشائر وأخيرًا النوع. وكلما ارتقينا في هذا النظام التسلسلي، تكشفت خصائص لم يكن بالإمكان التكهن بوجودها من مجرد معرفة المكونات.

كنت أظن في البداية أن هذه الظاهرة ـ ظاهرة «الانبثاق» emergence كما تسمى الآن ـ مقتصرة على عالم الأحياء؛ وللحق أذكر أنني ـ في محاضرة ألقيتها في مدينة كوبنهاجن في أوائل الستينيات من القرن العشرين ـ ناديت باعتبار ظاهرة الانبثاق واحدة من الملامح المميزة للعالم العضوي. وفي ذلك الوقت كان المفهوم العام لهذه الظاهرة يميل إلى اعتبارها ذات طبيعة «ميتافيزيقية». وفي تلك المحاضرة كان العالم الفيزيائي «نيلز بوهر Niels Bohr» بين المستمعين، وعندما وقف طالبًا الكلمة في أثناء فترة المناقشة، كنت أنا مهيأ تمامًا لأن أتلقى هجومًا شرسًا من «بوهر» الذي تصدى لمناقشتي؛ ولكنه ـ ولدهشتي الكبيرة ـ لم يوجه إطلاقًا أي اعتراض على مفهومي لظاهرة

الانبثاق؛ بل لم يزد على أن اعترض على ما أشرت إليه من أن هذه الظاهرة إنما تمثل حدًا فاصلا بين العلوم البيولوجية والفيزيائية؛ ولكي يدحض «بوهر» هذا المفهوم، ذكر أن خاصية سيولة الماء لا يمكن توقعها من خواص مكونيه: الهيدروجين والأوكسجين ـ وكلاهما غاز ـ واتخذ من هذا المثال قرينة على أن «الانبثاق» ظاهرة لها وجود قائم أيضًا في عالم الجمادات.

بالإضافة إلى مذهب «الإحالة reductionism»، كان هناك مذهب آخر مثير للاعتراض والامتعاض على نحو خاص هو «التفكير النمطي typological thinking»، تلك التي أطلق عليها الفيلسوف «كارل پوپّر» فيما بعد اسم «الأصولية essentialism»، وقوامه تصنيف مظاهر اختلاف الطبيعة إلى أنماط جامدة تفصل بينها وبين غيرها خطوط حادة. وبالرجوع إلى الطريقة الأفلاطونية والفيثاغورية، اتضح تفرد هذا المنهج في عدم تواؤمه مع البيولوجيا التطورية ولا مع «بيولوجيا العشائر population biology»، حيث لا يجد المرء أمامه طوائف أو فئات، وإنما تجمعات من أفراد لكل منها ذاته المستقلة. وبمقاييس ما يسمى بالـ «تفكير التجمعي population thinking»، يبدو تفسير الظواهر المختلفة في الطبيعة الحية أمرًا عسيرًا على أولئك الذين ألفوا التفكير «الفيزيقي». ولقد ناقشت هذه القضية المرة تلو المرة مع العالم الفيزيقي «ڤلفجانج پولي wolfgang Pauli» الذي كان شديد الرغبة في فهم ما يدور في أذهاننا نحن البيولوجيين؛ وأخيرًا اقترب من الفهم الصحيح لهذه القضية عندما اقترحت عليه أن يفكر في كتلة غازية تتكون من مائة جزيء فقط لكل منها طريقته الخاصة في الحركة من حيث الاتجاه والسرعة: ماذا يسميها؟ فإذا به يسميها: «غازا فردا».

ولقد أسيء فهم علم البيولوجي أيضًا من أولئك الذين يحاولون التأريخ للعلم؛ فعندما نشر «توماس كون Thomas Kühn» كتابه «بُنية الثورات العلمية» في عام ١٩٦٢ أصابتني الحيرة وأنا أحاول تبرير الضجة التي أثارها. ومن المؤكد أن المؤلف قد فند بعض المعطيات الأكثر مجافاة للواقعية التي أفرزتها الفلسفة العلمية التقليدية، وأنه نادى بالانتباه إلى أهمية العوامل التاريخية، ولكن ما قدمه من بدائل كان يبدو على القدر نفسه من اللاواقعية؛ وإلا فأين «الثورات الكوارثية» في تاريخ البيولوجيا؟ وأين تلك الأزمنة الطويلة من العلم «العادي» التي سلّمت بوجودها نظرية «كون»؟ إن أي الأمرين ـ فيما أعلم ـ لم



يكن له وجود. ومما لا شك فيه أن كتاب «أصل الأنواع» الذي نشره «دارون» عام ١٨٥٩ كان عملا ثوريًا، إلا أن فكرة التطور كانت قد لاحت في الأفق قبل نشر هذا الكتاب بقرن من الزمان. وعلاوة على ذلك، فإن نظرية دارون عن الانتخاب الطبيعي ـ التي هي مفتاح مشكلة التكيف التطوري ـ ظلت غير مقبولة تمامًا حتى بعد مضي قرن على نشرها... وعلى امتداد تلك الفترة الزمنية حدثت ثورات علمية صغيرة، ولكن لم تكن هناك قط أي فترة زمنية يمكن وصفها بأنها فترة «علم عادي normal science». وسواء أكانت نظرية «كون» صالحة للتطبيق في مجال العلوم الفيزيائية أم لا، فإنها لم تكن ملائمة لعلوم الحياة؛ ويبدو أن المؤرخين الذين نشأوا في أحضان عالم الفيزياء لم يتمكنوا من استيعاب الإنجازات التي حدثت في مجالات دراسة الكائنات الحية عبر ثلاثة قرون.

وبوضوح أكثر فأكثر، بدأت أرى أن «البيولوجيا» نوع من العلوم يختلف تمامًا عن العلوم الفيزيائية، وهذا الاختلاف الجذري يشمل مادة موضوعاته، وتاريخه، ووسائل تحصيله وفلسفته. ففي الوقت الذي نرى فيه كل العمليات الحيوية متوائمة مع قوانين الفيزياء والكيمياء، يتعذر إخضاع الكائنات الحية لهذه القوانين «الفيزيو ـ كيميائية»، كما أن العلوم الفيزيائية قد ظلت عاجزة عن التعامل مع جوانب كثيرة من الطبيعة كانت مقتصرة على عالم الأحياء. فالعلوم الفيزيقية الكلاسيكية التي بُنيت عليها الفلسفة الكلاسيكية للعلم، كانت قد سادتها مجموعة من الأفكار التي لا تصلح لدراسة الكائنات المتعضية، من بينها الأصولية essentialism والحتمية determinism، والعالمية universalism والإحالية reductionism. بينما علم البيولوجيا ـ في مفهومه الصحيح ـ يتضمن التفكير التجمعي، والاحتمال، والمصادفة، والتعددية pluralism، والانبثاق، والقصص التاريخية historical narratives. والأمر الذي كان مطلوبًا هو فلسفة جديدة للعلم، قادرة على استيعاب الاتجاهات في كل العلوم بما فيها الفيزياء والبيولوجيا.

عندما كنت أخطط لتأليف هذا الكتاب، كان في ذهني تصور أكثر تواضعًا لهذا العمل؛ وكنت ـ على أي حال ـ راغبًا في أن أكتب لعلم الحياة تاريخ حياة يُعرف القارئ بأهمية هذا العلم بكل ثرائه، وفي الوقت نفسه يساعد المتخصص على تناول مشكلة ذات خطورة متزايدة هي «الانفجار المعرفي».

ففي كل عام ينضم أفراد جدد إلى الموجودين فعلا في كل تخصص، ويضيفون إلى سيل البحوث المنشورة المزيد مما استجد في مجال التخصص، ولقد اشتكى إليّ معظم البيولوجيين الذين تحدثت معهم، من أنهم لم يعد لديهم وقت لمتابعة ما ينشر من أعمال علمية في مجال تخصصهم. إن الإلمام بما يجري خارج مجال تخصص الفرد كثيرًا ما يكون هو العامل الحاسم في إحراز تقدم معرفي. وفي أحوال كثيرة تظهر توجهات جديدة للبحث عندما يخطو المتخصص خطوة إلى الخلف، تخرجه من دائرة تخصصه لكي يرى هذا التخصص كجزء من محاولة كبرى لتفسير عالم الأحياء بكل تباينه المدهش... وأملي أن يقدم هذا الكتاب «إطار عمل» يعين البيولوجيين على اكتساب وممارسة هذه الرؤية الشمولية الأكثر رحابة من دائرة بحوثهم النوعية.

وحتى الآن لم تتضح ظاهرة الانفجار المعرفي بمثل ما اتضحت في مجال البيولوجيا الجزيئية، وإن كان هذا الكتاب يخلو من أي مناقشة مفصلة لهذا المجال، فليس سببه تصوري أنه أقل أهمية من الفروع البيولوجية الأخرى، بل إن السبب هو العكس تمامًا؛ وسواء أكنا نتناول بالدراسة علم وظائف الأعضاء أم التطور، أم علم الجينات أم الكائنات الدقيقة أم السلوك، فإن العمليات الجزيئية هي المسؤولة بالكامل عن أي حدث؛ وكل يوم يكتشف الباحثون الجديد في كل هذه المجالات. وفي الفصلين الثامن والتاسع من هذا الكتاب، ألقيت أضواء كاشفة على بعض التعميمات (المسماة بالـ «قوانين») التي اكتشفها علماء البيولوجيا الجزيئية... ومازلت مندهشًا من أننا ـ حتى الآن ـ لم نلحظ وجود الغابة على الرغم من نجاحنا في تحديد هوية الكثير من الأشجار.. قد لا يوافقني آخرون، ولكن النظرة الشمولية للبيولوجيا الجزيئية تحتاج إلى أهلية لا تتوافر عندي.

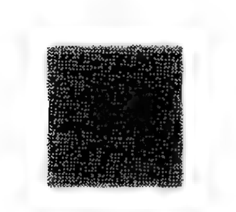
من الممكن أن يقال مثل هذا الكلام على علم آخر بالغ الأهمية هو «بيولوجيا العمليات الذهنية»، ونحن مازلنا منها في مرحلة الاستطلاع المحلي؛ وأنا ـ ببساطة ـ أفتقر، في مجال علم النفس وبيولوجيا الأعصاب، إلى المعرفة اللازمة للتصدي لإجراء تحليل واسع. وهناك مجال أخير لم أغطه بالقدر الكافي من التفصيل هو مجال علم الجينات (الذي شاعت تسميته بالوراثة). فمن المعروف أن البرنامج الجيني هو الذي يقوم بالدور الحاسم في كل جانب من حياة أي كائن: تركيبه، وتطوره، ووظائفه، وأنشطته... فمنذ بزوغ شمس

علم البيولوجيا الجزيئية تحول تركيز البحث الجيني إلى فرع دقيق هو علم الجينات التكويني developmental genetics، الذي قد أصبح في الحقيقة فرعاً من علم البيولوجيا الجزيئية... ولهذا السبب لم أحاول التعرض لهذا المجال ولو بالاستعراض العام. وعلى أي حال، فإنني آمل أن تكون معالجتي لعلم البيولوجيا ككل ذات فائدة في الوصول ذات يوم إلى معرفة شيء عن «تاريخ حياة» هذه الفروع وغيرها من فروع البيولوجيا ذات الطابع الخاص، التي لم تقع في بؤرة الاهتمام المباشر لهذا الكتاب.

لو أن أحد البيولوجيين أو الفيزيائيين أو الفلاسفة أو المؤرخين، أو غيرهم من أولي الاهتمام التخصصي أو «الاحترافي» في مجال علوم الحياة، اكتشف في الفصول القادمة من هذا الكتاب لمحات ذات فائدة، إذن لكان هذا الكتاب قد أنجز واحداً من أهدافه الأساسية. على أنه من المفروض في كل شخص مثقف أن يتوافر لديه قدر من الفهم للجوانب البيولوجية الأساسية مثل: التطور والتباين الحيوي والتنافس والانقراض، والتكيف، والانتخاب الطبيعي والتكاثر، والتنامي development... إلى غير ذلك مما نوقش بين دفتي هذا الكتاب. إن مشاكل التضخم السكاني، وتدمير البيئة واعتلال المدن الداخلية كلها مشاكل لا يمكن حلها عن طريق التقدم التكنولوجي ولا بالتاريخ ولا بالآداب، ولكن يقتصر حلها كلية على الالتزام بمنهج مبني على فهم الجذور البيولوجية لهذه المشاكل... وكما علّمنا الإغريق القدماء، فإن معرفة الذات تتطلب ـ قبل كل شيء وفوق كل شيء ـ معرفة بالنشأة البيولوجية لما نريد معرفته من ذواتنا. إن معاونة القراء على أن يتفهموا، بصورة أفضل، موضعنا من عالم الأحياء ومسؤوليتنا تجاه ما عدانا من عناصر الطبيعة... هذه المعاونة هي هدف رئيسي لهذا الكتاب.

**كمبردج ـ ماساشوستس**

**سبتمبر ١٩٩٦**



1

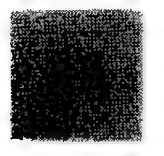
# ما معنى الـ«حياة»؟

عاش البدائيون من بني الإنسان متلاحمين مع الطبيعة: إذ كانت المعايشة اليومية للنباتات والحيوانات تشغل كل وقتهم واهتمامهم: إما كجامعي محاصيل أو كصيادين أو كرعاة. وكان حدث الموت قائمًا نصب عيونهم بصفة مستمرة: سواء موت الكبار والأطفال طبيعيًا، أو موت النساء في أثناء الولادة، أو موت الرجال في أثناء المعارك القتالية... ولهذا، فمن المؤكد أن أسلافنا الأوائل كانوا، بالضرورة، في حالة تشبه الصراع مع السؤال الخالد: «ما هي الحياة؟».

وبداية نقول، إنه ربما لم يكن هناك تمييز واضح بين الحياة في أي كائن حي، والروح في أي مادة طبيعية غير حية. ولقد كان أغلب البدائيين من الناس يعتقدون بإمكان حلول الروح في جبل أو شجرة أو غدير ماء أو حيوان أو شخص. ولقد تهافتت هذه النظرة «الحيوانية» للطبيعة في النهاية؛ ولكن الاعتقاد ظل قويًا في أن بداخل كل مخلوق حي «شيئًا ما» يميزه عن المادة غير الحية. ويفارق بدنه لحظة الموت. وفي اليونان القديمة كان هذا الـ «شيء» في البشر يطلق عليه اسمه «النفس»، ثم سمي بعد ذلك بالـ«روح» وبخاصة في الديانة المسيحية.

«ازدواجية علم البيولوجيا الحديث نابعة من حقيقة أن للكائن الحي صورتين متلازمتين في كيان واحد: الصورة المخبرية أو الجينية genotype، والصورة المظهرية phenotypye».

**المؤلف**



وبحلول عصر «ديكارت» والثورة العلمية كانت الحيوانات (ومعها الجبال والأنهار والأشجار) قد فقدت أهليتها لامتلاك روح. ولكن نظرة ازدواجية تفرق بحدة بين الروح والبدن بالنسبة للإنسان ظلت شائعة عالميًا، بل مازالت مستقرة كعقيدة بين كثير من الناس. فقد كان الموت معضلة محيرة وخاصة لأي صاحب فكر ازدواجي: إذ لماذا يتحتم فجأة على تلك الروح أن تموت أو تفارق البدن؟ وإذا هي فارقت البدن، فهل تذهب إلى مكان معين (كالفردوس مثلا أو دار الخلود «النيرڤانا»؟). لم يكن بالإمكان تقديم أي تفسير علمي مقبول للموت إلى أن أخرج لنا «شارلز دارون» نظريته في التطور عن طريق الانتخاب الطبيعي. وفي نهاية القرن التاسع عشر كان أحد أتباع دارون - وهو «أوجست ويزمان August Weismann» أول مفكر يبين أن تتابع الأجيال في تسلسل سريع هو الذي ينتج عددًا من الأنماط الجينية الجديدة اللازمة للتواؤم الدائم مع البيئة المتغيرة، وكانت مقولته عن «الوفاة» وعن ظاهرة «الموت» هي بداية عصر جديد في رحلة محاولاتنا لفهم معنى الموت.

ومهما يكن من أمر، فإن البيولوچيين والفلاسفة عندما يتكلمون عن «الحياة»، فإنما هم في العادة لا يعنون بذلك ظاهرة المعيشة Living التي هي نقيض الموت، وإنما هم على الأرجح يعنون خاصية الحياة Life التي هي نقيض انعدام الحياة Lifelesseness في أي جماد. ولقد كان من الأهداف الرئيسية لعلم البيولوجيا إلقاء الضوء على هذه الحقيقة المسماة بالـ «حياة Life». ولكن المشكلة هنا هي أن كلمة «حياة» يفهم منها «شيء» - قد يكون قوة أو مادة - ظل الفلاسفة والبيولوجيون قرونًا يحاولون تعريفه من دون طائل. وفي الحقيقة، إن لفظ «حياة» هو مجرد تعبير عن عملية «المعيشة» ولا وجود له ككيان مستقل. وبمقدور المرء أن يتعامل علميًا مع عملية «المعيشة Living»، وهذا هو ما لا يستطيع فعله مع «الحياة» كمصطلح تجريدي؛ كما أن باستطاعة المرء أن يصف ظاهرة المعيشة، بل ويحاول أن يحدد ماهيتها، وأن يعرف ماهية الكائن المتعضي الحي Living organism، وأن يحاول وضع حد فاصل بينه وبين ما هو غير حي. حقًا إن المرء يستطيع حتى أن يحاول شرح كيف أن المعيشة - كعملية - يمكن أن تكون نتاج تجمعات من الجزيئات التي هي - في حد ذاتها - محرومة من الحياة.

ومنذ القرن السادس عشر ومحاولات الإجابة عن السؤال: «ما هي الحياة؟ وكيف يمكن تفسير العمليات الحياتية؟ لا تزال موضوع صراع ساخن بين أصحاب مختلف الآراء. وباختصار، كان الوضع هو انقسام المفكرين دائمًا إلى

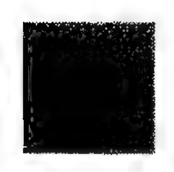


معسكرين: أحدهما يعلن أن الكائنات الحية ليست في الحقيقة مختلفة إطلاقًا عن المادة غير الحية، وكان أصحاب هذا المعسكر يدعون أحيانًا «الآليين mechanists» ـ وفيما بعد بالفيزيقيين physicalists؛ وعلى الجانب الآخر معسكر مضاد يُدعى أصحابه بالحياتيين vitalists، كانوا ينادون برأي آخر خلاصته أن للكائنات الحية خصائص لا يمكن وجودها في المادة الخاملة. وتأسيسًا على ذلك فهم يرون أن النظريات والمفاهيم البيولوجية، لا يمكن أن تكون خاضعة لقوانين الفيزياء والكيمياء... وفي بعض الدوائر الثقافية كان الفيزيقيون ـ الآليون سابقًا ـ فيما يبدو ـ هم الغالبين؛ وفي أماكن أو أزمنة أخرى كان يبدو أن الحياتيين هم أصحاب اليد العليا... وفي القرن الحالي أصبح واضحًا أن أصحاب كلا المعسكرين كانوا على حق في بعض الوجوه، ومخطئين في وجوه أخرى.

كان الفيزيقيون على حق في إصرارهم على الاعتقاد بعدم وجود مكونات للحياة فيما وراء الطبيعة، وأن الحياة على مستوى الجزيئات ممكنة التفسير وفقًا لقوانين الفيزياء والكيمياء.. وفي الوقت نفسه كان الحياتيون على حق في احتجاجهم بأن الكائنات الحية غير مماثلة إطلاقًا للمادة الخاملة، بل إن لها العديد من الصفات المميزة غير العادية، وبالأخص برنامجها الجيني الذي اكتسبته عبر تاريخها، وهو أمر غير معروف في عالم الجمادات؛ فالكائنات المتعضية organisms تمثل نُظمًا متعددة مستويات الترتيب؛ وهي مختلفة تمامًا عن أي شيء يمكن أن يوجد في عالم الجمادات... أما الفلسفة التي أتت بعد ذلك واستوعبت أحسن ما في الحياتية وأحسن ما في الفيزيقية من مبادئ (بعد استبعاد التزايدات) فقد أصبحت تعرف باسم «العضوانية Organicism»، وهذا هو الأنموذج السائد اليوم.

### الفيزيقيون Physicalists

إن الاستهلالات المبكرة للتفسير الطبيعي للعالم (وهو المناهض لمفاهيم ما وراء الطبيعة) كانت نتاج فلسفات مختلف المفكرين الإغريق؛ ومن بينهم «أفلاطون Plato» و«أرسطو Aristotle» و«أبيقور Epicurus»، وكثير غيرهم. إلا أن هذه البدايات الواعدة كان مصيرها النسيان في قرون لاحقة، وفي العصور الوسطى ساد الانصياع التام لتعاليم الكتب السماوية التي كانت تعزو كل ما في الطبيعة إلى الله والقوانين الإلهية. بيد أن الفكر في تلك الحقبة ـ وبخاصة في الفن الشعبي (الفولكلور) ـ كان يتميز أيضًا بالاعتقاد في كل أنواع القوى



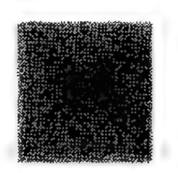
الخفية. وبمرور الوقت تضاءل هذا النمط من التفكير- إن لم يكن قد استبعد تمامًا - وذلك بفعل طريقة جديدة في النظر إلى العالم؛ وهي طريقة سُميت - عن جدارة - «ميكنة صورة العالم» (ماير Maier 1938).

ولمذهب الميكنة هذا أصول وروافد متعددة الجوانب. وبخلاف فكر الفلاسفة الإغريق الذي نقله العرب إلى العالم الغربي ومعه المؤلفات الأصلية التي أعيد اكتشافها، فإن هذه الروافد كانت تتضمن التطورات التكنولوجية التي تمت في أواخر العصور الوسطى وأوائل عصر النهضة. ففي تلك الأزمنة سادت ظاهرة الانبهار الشديد بآلات قياس الزمن (المزاول) وغيرها من الآلات التي تدور «تلقائيا»... بل وبكل ما هو آلي. وهذا هو ما تبلور فيما نادى به «ديكارت» من أن كل الكائنات - باستثناء البشر- ما هي إلا آلات.

أصبح ديكارت (١٥٩٦ - ١٦٥٠) هو الناطق بلسان الثورة العلمية التي - بلهفتها على الدقة والموضوعية - لم تكن تقبل الأفكار الضبابية المغموسة في التصورات الميتافيزيقية مثل فكرة وجود الروح في النباتات والحيوانات. وعن طريق قصر وجود الروح على البشر واعتبار الحيوانات والنباتات مجرد آلات، فإن ديكارت قد أكمل عملية ميكنة صورة العالم.

من العسير، إلى حد ما، أن نفهم لماذا احتفظت فكرة ميكنة الكائنات بمثل هذا الذيوع الطويل الأمد؛ إذ لم يحدث قط أن قامت آلة ببناء نفسها أو استنساخ نفسها أو برمجة نفسها؛ أو كان في مقدورها توليد طاقتها الذاتية. وإذن فالتشابه بين الكائن المتعضي والآلة هو مجرد تشابه سطحي للغاية؛ ومع ذلك فإن فكرة الميكنة لم تندثر إلا بعد دخول هذا القرن بوقت ليس بالقصير.

إن نجاح «جاليليو Galileo» و«كبلر Kepler» و«نيوتن Newton» في استخدام الرياضيات لتعزيز وجهة نظرهم في تفسير الظواهر الكونية، قد شارك أيضًا في ميكنة صورة العالم. ولقد تمكن «جاليليو» (١٦٢٣) من ناصية علم الرياضيات عن جدارة في عصر النهضة عندما قال: «إن كتاب الطبيعة لا يمكن فهمه ما لم يتعلم المرء أولا كيف يفقه اللغة التي كتب بها، وينطق الحروف التي ألفت منها. فهو مكتوب بلغة الرياضيات، ومكوناته هي المثلثات والدوائر وغيرها من الأشكال الهندسية التي من دونها لا يمكن لبشر أن يفهم منها كلمة واحدة، بل إنه يظل يتخبط في متاهة مظلمة».



إن التطور السريع في علم الفيزياء قد نقل الثورة العلمية في وقت قصير خطوة إلى الأمام محولا بذلك مذهب الآلية mechanicism الأكثر عمومية والذي ساد في الزمن القديم إلى الفيزيقية physicalism الأكثر نوعية، والمبنية على مجموعة من القوانين الراسخة حول ما يحدث في السماء والأرض.

لقد كان لحركة الفيزيقيين ميزة ضخمة هي طرد الكثير من الخرافات والأساطير التي كانت سمة مميزة للفكر، سادت في القرون التي سبقت هذه الحركة. ولربما كان أعظم إنجازات تلك الحركة هو: تقديم تفسير طبيعي للظواهر الفيزيقية، واستبعاد الكثير من الأفكار المعتمدة على مجاهيل ما وراء الطبيعة، التي كانت تلقى رواجًا لدى الجميع ـ تقريبًا ـ في الماضي. بيد أن «الآلية»، وبوجه خاص امتدادها في صورة الفيزيقية، كانت ذات أفكار متطرفة في بعض جوانبها. ويبدو أن هذا كان أمرًا لا يمكن تحاشيه في حركة جديدة لها قوة الحركة الفيزيقية وعنفوانها؛ ومع ذلك فإن هذه الحركة قد ولدت ثورة تمرد، وذلك بسبب اقتصارها على تقدير الأمور من منظور وحيد الجانب، ومن ثم فقد أخفقت في تفسير أي من الظواهر والعمليات الخاصة بالكائنات الحية، وهذه الحركة المضادة تصنف عادة تحت مظلة مصطلح الـ «حياتية Vitalism».

منذ عصر «جاليليو» حتى العصور الحديثة مر علم البيولوجيا بحالة تأرجح بين تفسيرات الحياة طبقًا للمذهبين: الآلية الصارمة، والـ «حياتية» الأكثر مرونة.. وفي النهاية وصل مذهب الـ «ديكارتية Cartesianism» إلى ذروته في البحث الذي نشره «لاميتري La Mettrie» بعنوان: «الإنسان الآلة». ثم ما لبث أن تبع ذلك ازدهار باهر لمذهب الحياتية، وبوجه خاص في فرنسا وألمانيا؛ بيد أن الانتصارات التي تلت ذلك في مجالات الفيزياء والكيمياء في أواسط القرن التاسع عشر قد تمخضت عن انبعاث فيزيقي جديد في مجال البيولوجيا، وكان هذا الانبعاث محصورًا، إلى حد كبير، في ألمانيا... وقد لا يكون في ذلك ما يدعو إلى الدهشة لأن علم البيولوجيا لم يكن آنذاك مزدهرًا في أي مكان آخر إلى الدرجة التي ازدهر بها في ألمانيا في غضون القرن التاسع عشر.

## ازدهار الـ «فيزيقية»

وصلت حركة الفيزيقيين التي سادت في القرن التاسع عشر، في موجتين: الأولى كانت رد فعل لمذهب الحياتية المعتدل الذي تبناه يوحنا مولر Johannes Müller (١٨٠١ـ ١٨٥٨) وهو عالم بيولوجي تحول في الثلاثينيات من القرن التاسع عشر من



دراسة علم وظائف الأعضاء (الفسيولوجيا) إلى دراسة التشريح المقارن، ومعه «يوستس فون ليبج» Justus von Liebig (١٨٠٣- ١٨٧٣) المعروف جيدًا بكتاباته النقدية اللاذعة التي عجلت بإنهاء سلطان المذهب الاستقرائي «inductivism». ويرجع الفضل في تحريك هذه الموجة إلى أربعة من تلاميذ «مولر» السابقين هم «هرمان هلمهولتز Herman Helmholtz» و«إميل ديبوا ـ ريموند Emil De Bois Reymond» و«إرنست بروكي Ernst Brüeke» و«ماتيوس شليدن Mathias Schleiden». أما الموجة الثانية للحركة الفيزيقية التي بدأت حوالى عام ١٨٦٥- أي بعد بدء الموجة الأولى بأكثر من نصف قرن ـ فكانت مقرونة بأسماء «كارل ـ لودفيج Carl Ludwig» و«يوليوس زاخس Julius Sachs» و«جاك لويب Jacques Loeb»... فلا أحد ينكر ما قدمه هؤلاء الفيزيقيون من إسهامات مهمة في مجال علم وظائف الأعضاء. ولقد قام كل من «هلمهولتز» (ومعه «كلود برنارد Claude Bernard» من فرنسا) بتفسير حرارة الحيوان تفسيرًا خاليًا من أي مضامين حياتية. أما «دي ـ بوا ـ ريموند» فقد أماط الكثير من الغموض عن وظائف الأعصاب بتقديمه تفسيرًا كهربائيًا (أي فيزيائيًّا) للنشاط العصبي. أما «شليدن» فقد أحدث تقدمًا في مجالي علم النبات وعلم الخلية (السيتولوچيا) من خلال تأكيده أن النباتات تتكون بكاملها من خلايا، وأن كل عناصر النبات التركيبية رغم تباينها الشديد إنما هي خلايا أو منتجات خلوية. ولقد تفوق «هلمهولتز» و«دي ـ بوا ـ ريموند» و«لودفيج» بوجه خاص بنجاحهم في اختراع آلات ليس لها مثيل سابق في دقتها الفائقة في قياس وتسجيل الأبعاد، الأمر الذي مكنهم من أن يتيقنوا وأن يؤكدوا وجود «قوة حيوية» وأن يثبتوا أن «الشغل» يمكن ترجمته إلى حرارة من دون «باق» Residue . وكل التاريخ المكتوب، منذ ذلك الوقت، قد سجل لهذه الثلة من العلماء هذه الإنجازات المدهشة وغيرها من الإنجازات.

بيد أن الفلسفة التي نهضت عليها تلك المدرسة الفيزيقية كانت ساذجة تمامًا، ولم تنجح إلا في إثارة الشعور بالاستهانة بها في نفوس البيولوجيين المتمكنين من دراسة التاريخ الطبيعي. ولكم تجوهلت هذه السذاجة فيما يختص بالعمليات الحيوية، ولكن لا يمكن لأحد فهم هذه المقاومة الجامحة من جانب أنصار الحياتية لما أعلنه الفيزيقيون ما لم تتوافر لديه الدراية «بالمذكرات التفسيرية» الحقيقية التي قدمها الفيزيقيون.

ومن المغالطات أن يهاجم الفيزيقيون الحياتيين لاستشهادهم بـ «قوة حيوية» لم يقوموا بتحليلها للكشف عن كنهها، مع أن ما قدمه الفيزيقيون أنفسهم من تفسيرات لمذهبهم ـ مثل «الطاقة» والـ «حركة» ـ كانت أيضا

تفسيرات مبهمة بالقدر نفسه. إن ما صاغه الفيزيقيون من تعريفات للحياة ومن أوصاف للعمليات الحياتية لم يزد كثيرًا على كونه تصريحات خالية من المضامين. وعلى سبيل المثال، فإن عالم الكيمياء الفيزيائية «ولهلم أستوالد Wilhelm Ostwald» عرّف قنفذ البحر بأنه: «تجمع من كميات من الطاقة ترابطت ثم استقلت» شأنه في هذا شأن أي قطعة من المادة. ولقد كان كثير من الفيزيقيين يعترفون بأي تصريح للحياتيين لم يكن معترفًا به من قبل لو استبعد منه لفظ «القوة الحيوية»، وحل محله لفظ «الطاقة» الذي لا يقل عنه إبهامًا. إن «ولهلم رو Wilhelm Roux» (١٨٩٥) - الذي ارتقت أعماله بعلم الأجنة التجريبي إلى كامل ازدهاره - يصرح بأن التطور هو: «حدوث التباين نتيجة للتوزيع غير المتساوي للطاقة».

لقد كان لفظ «حركة» أكثر «تحذلقًا» من مصطلح «طاقة» في تفسير العمليات الحياتية بما فيها تلك المتعلقة بالتطور والتكيف. وفي عام ١٨٧٢ كتب «دي - بوا - ريمون» يقول: «إن فهم الطبيعة رهين بشرح كل ما في العالم من تغيرات كما أحدثتها حركة الذرات». وبعبارة أخرى، إن هذا الفهم «يتأتى عن طريق حصر العمليات الطبيعية في دائرة النشاط الميكانيكي للذرات... وبإحالة كل هذه التغيرات إلى أسباب نابعة من الجهد والطاقة الحركية لا يبقى من هذه التغيرات شيء يمكن تفسيره». إن «دي - بوا - ريمون» بتصريحاته تلك لم يلحظ أن معظمها كلمات خالية من المضمون ومن أي دليل مادي، وأنها قليلة القيمة من حيث قدرتها على الشرح والتفسير.

لم يكن الاعتقاد بأهمية حركة الذرات مقتصرا على الفيزيقيين، بل تجاوزهم إلى بعض معارضيهم، ومنهم «رودلف كوليكر Rodolf Kolliker»، وهو عالم سيتولوجي سويسري توصل إلى أن للكروموزومات، داخل النواة، دورا في نقل الصفات الوراثية، وأن الحيا (من الحيوانات المنوية) خلايا؛ وفي رأيه الذي أعلنه عام ١٨٨٦ أن التطور عملية فيزيائية بحتة، تتحكم فيها الاختلافات في عمليات النمو. ومن أقواله: «يكفي أن نسلم بوجود حركات نمطية ومنتظمة في داخل النواة، يتحكم فيها الـ «إيديوبلازم» وهو بروتوبلازم الخلايا الجنسية التي تنتقل عن طريقها الصفات الوراثية من الآباء إلى الأبناء جيلا بعد جيل».

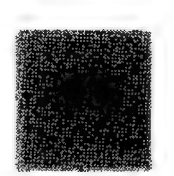
إن هناك تفسيرا آخر لميكانيكية الحياة العضوية - يعتبر في صف أصحاب مذهب الآلية، ويتجلى في تصريحات عالم النبات «كارل ولهلم فون نيجيلي Karl Wilhelm von Niegeli» (١٨٨٤)، حيث يقول: «هناك قوة تدفع الأجزاء

الصغرى إلى الحركة». ومن ناحية أخرى، فإن تأثير النواة على باقي الخلية (وهو السيتوبلازم) كان من ملاحظات «شتراسبرجر E. Strasburger»، وهو أحد رواد علم النبات في ذاك الوقت حيث يقول: «إن انتشار حركات الجزيئات يتم بطريقة يمكن أن تقارن بعملية انتقال السيالات العصبية». وهذه انطباعة مجافية للحقيقة العلمية لأنها لم تتضمن التصريح بانتقال المادة، ولذلك فهي خاطئة كلية. فهؤلاء الفيزيقيون لم يلحظوا قط أن تصريحاتهم عن الطاقة والحركة لم تفسر في الواقع أي شيء على الإطلاق. فالحركات ـ ما لم تكن موجهة ـ تصبح عشوائية مثل الـ «حركة» التي لاحظها «براون» في السيتوبلازم وسماها Brownian motion، إذ لا بد من وجود «شيء ما» هو الذي يصدر التوجيهات إلى هذه الحركات، وهذا بالضبط هو ما كان معارضوهم أصحاب مذهب الحياتية يؤكدونه دائمًا.

إن ضعف التفسير الفيزيقي البحت ليتضح بشكل خاص عندما يتعرض لشرح عملية الإخصاب؛ فعندما تمكن العالم «ميشر F. Mieseher» (وهو تلميذ لكل من «هز His» و«لودفيج») من اكتشاف الأحماض النووية في عام ١٨٦٩، غلب على ظنه أن وظيفة الحيّمن هي الوظيفة الآلية البحتة في إحداث انقسام الخلية واستمراريته. بيد أن «ميشر» ـ في ظنه هذا ـ قد غابت عن باله أهمية اكتشافه هو بالذات، وكان ذلك نتيجة لتحيزه للفيزيقية. ولقد أعلن «جاك لويب» أن العوامل الحاسمة حقًا في عملية الإخصاب ليست مكونات الأحماض النووية للحيمن المسماة «نيوكلينيات Nucleins» وإنما هي الأيونات. إن المرء ليكاد يصيبه الخجل والحرج عندما يقرأ نص مقولة لويب: «أن نوعًا معينًا من قشريات الماء العذب اسمه العلمي «برانكيپس Branchipus»(*) إذا رُبي في الماء المالح أصبح أصغر حجمًا واعترته بعض التغيرات الأخرى، وفي هذه الحالة يصبح اسمه «أرتيميا Artemia»(**). إن هذا التحذلق من قبل الفيزيقيين في الكيمياء ـ وبخاصة الكيمياء الفيزيائية ـ لم يكن منسجمًا مع حجم معارفهم البيولوجية؛ وحتى «زاخس Sachs» ـ الذي درس بالعناية اللازمة تأثير العوامل الخارجية المختلفة في النمو والتخلق ـ لم يبد قط أن لديه أي فكرة عن السؤال: «كيف تنشأ هذه الأنواع النباتية المختلفة تمامًا من بادرات متنوعة على الرغم من تربيتها تحت ظروف متماثلة من حيث الضوء والماء والغذاء؟».

---

(*) اسمه الشائع بالعربية أربيان الماء العذب.
(**) أرتيميا : أربيان الماء المالح (المترجم).



ولربما كانت أقل المدارس الآلية في مجال علم البيولوجيا الحديث حظا من الاعتدال هي مدرسة «الميكانيكا التطورية» (واسمها في لغتها الأم ـ الألمانية: Entwicklungsmechanik) التي أسسها «ڤيلهلم رُو Wilhelm Roux» في ثمانينيات القرن التاسع عشر، فهذه المدرسة في علم الأجنة كانت بمثابة رد فعل ثوري لمواجهة المتخصصين في علم الأجنة المقارن ذوي النظرة الوحيدة الجانب، الذين يقتصر اهتمامهم على المسائل المتعلقة بالمنشأ والأصول. ولقد كان مساعد «رو» ـ وهو أيضًا متخصص في علم الأجنة اسمه «هانز دريش Hans Driesch» ـ كان في بداية الأمر أكثر تشددًا في اعتناق مذهب الآلية، ولكنه بمضي الوقت قد مارس بعض التحول من «آلي» متطرف إلى «حياتي» متطرف. ولقد حدث هذا التحول عندما أمكنه فصل جنين لقنفذ البحر في طور الخليتين إلى جنينين مستقلين وحيدي الخلية، فلاحظ أن أيًا منهما لم يتطور إلى «نصف قنفذ» ـ كما كان يتحتم طبقًا للنظرية الآلية ـ بل تمكن الجزءان من التعويض السليم وتخلق كل منهما إلى يرقة سوية، وإن كانت أصغر قليلا من اليرقة العادية التي تنشأ من جنين كامل.

وفي الوقت المناسب تكشف خواء هذه التفسيرات الفيزيقية البحتة ـ بل وسخافتها ـ لمعظم البيولوجيين الذين كانوا يقنعون عادة بالتعايش مع فكرة أن الكائنات المتعضية والعمليات الحيوية لا يمكن للفيزيقيين الإحاليين Reductional Physicalists تفسيرها تفسيرًا شافيًا.

### الحياتيون (Vitalists)

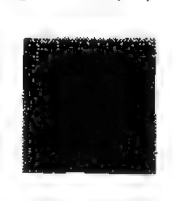
كانت مشكلة تفسير الحياة موضع اهتمام الحياتيين منذ بدء الثورة العملية إلى تقدم القرن التاسع عشر، وإن كانت لم تصبح بحق موضع تحليل علمي حتى ظهور علم البيولوجيا بعد عام ١٨٢٠. ولقد عجز ديكارت وتابعوه عن حث معظم دارسي النباتات والحيوانات إلى الاعتقاد بعدم وجود فوارق جوهرية بين الكائنات الحية والمادة. لكن وبعد ظهور مذهب الفيزيقية، كان على هؤلاء الطبيعيين naturalists أن يغيروا نظرتهم إلى طبيعة الحياة، فحاولوا أن تكون مناقضاتهم لنظرية «ديكارت» ـ عن آلية الكائنات المتعضية ـ ذات طابع علمي (أكثر من كونه دينيًا أو ميتافيزيقيا)؛ وقد أدى هذا إلى مولد المدرسة الحياتية في علم البيولوجيا.

ولقد تباينت مواقف الحياتيين من شروح الفيزيقيين، لأن النمط الفكري للفيزيقيين كان معقد التركيب، ليس فقط من حيث دعواهم بأن: «العمليات الحيوية ذات طبيعة آلية ويمكن إخضاعها لقوانين الكيمياء والفيزياء»؛ بل أيضًا من حيث ما أخفقوا في تفسيره من القضايا (مثل الفروق بين الكائنات الحية والمادة البسيطة، ووجود صفات تكيفية بالغة التعقيد في النباتات والحيوانات(*)، والشروح المطروحة لتفسير ظاهرة التطور). ولقد كانت كل هذه القضايا موضع نقد من قبل بعض معارضي الفيزيقية؛ إذ إن بعض الحياتيين ركزوا اهتمامهم على الخصائص الغامضة للحياة، بينما ركز آخرون على فكرة أن الكائنات الحية ذات طبيعة تستحق التقديس، وركز فريق ثالث على القابلية الموجهة للتكيف directed adaptability (كما في تطور البويضة المخصبة).

تجمعت كل هذه المناقضات المختلفة للفيزيقية تلقائيًا في صورة مذهب الحياتية. على أن هذا التعارض المذهبي في جملته ليس خطأ، فكل معارضي الفيزيقية كانوا يعتبرون وجود الخصائص المميزة للحياة في الكائنات الحية هي قضيتهم التي يدافعون عنها... بيد أن شعار «الحياتية» كان ستارًا يحجب وراءه ما تفتقر إليه هذه الجماعة من انسجام. فعلى سبيل المثال: كان في ألمانيا بعض البيولوجيين أطلق عليهم «لنوار Lenoir» اسم الآليين الغائيين teleomechanists، وكانوا يميلون إلى تفسير العمليات الفسيولوجية تفسيرًا آليا على الرغم من يقينهم من عدم صلاحيته لتبرير ظاهرة التكيف وظاهرة تطور البويضة المخصبة. فهذه القضايا المنطقية كان يثيرها المرة تلو المرة فلاسفة وبيولوجيون نابهون منذ عام ١٧٩٠. وحتى نهاية القرن التاسع عشر... بيد أن أثر ذلك على كتابات أئمة الفيزيقية من أمثال «لودفيج» أو «زاخس» أو «لويب» لم يكن ملحوظا.

ومما لا شك فيه أن الحياتية كانت حركة مضادة منذ أن وُلدت في القرن السابع عشر، بل إنها كانت تمردًا على الفلسفة الآلية للثورة العلمية، كما كانت انقلابا ضد الفيزيقية من عصر «جاليليو» إلى عصر «نيوتن»، إذ إنها كانت تقاوم بإصرار مقولة إن الحيوان ما هو إلا آلة، وإن كل مظاهر الحياة يمكن تفسيرها بالكامل بأنها «مادة في حالة حركة». ولكن الحياتيين ـ بقدر ما كانوا مقتنعين في رفضهم الحاسم للمزاعم الفيزيقية

(*) النظرية الغائية Zweckmassig keit للفيلسوف الألماني «كانت Kant» (المترجم).

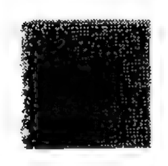


والآلية، كانوا أيضا، وبالقدر نفسه، غير منطقيين فيما قدموه من محاولات لتفسير ما ذهبوا إليه، إذ إن كل تفسيراتهم ـ على كثرتها وتنوعها ـ لا تقدم نظرية متماسكة.

ووفقًا لما رآه فريق من الحياتيين، فإن قيام «الحياة» مرتبط بوجود مادة خاصة غير موجودة في الجمادات (هي التي أطلقوا عليها اسم البروتوبلازم) أو توافر حالة State (كالحالة الغروانية مثلا)... وفي رأي فريق آخر منهم أن الحياة تكمن في «قوة خاصة» تتميز عن تلك القوى التي يتحدث عنها الفيزيقيون (ومن أسماء تلك القوة الخاصة في لغات من نادوا بوجودها: ليبنز كرافت Lebens kraft، و«إنتيليتشي Entelechie» و«إيلان ڤيتال élan vitale».

ومن الجدير ذكره أن بعض أولئك الذين قبلوا بفكرة وجود مثل هذه القوة، كانوا أيضًا من الغائيين teleologists الذين يعتقدون أن الحياة وجدت لتحقيق غاية أخروية، ومن ناحية أخرى، كان بعضهم يتهامس بوجود قوى «نفسية» أو «ذهنية» وراء بعض خصائص الكائنات الحية التي أخفق الفيزيقيون في تفسيرها (مذهب اللاماركية النفسية psycho lamarkism أو الحياتية النفسية psychovitalism.

لقد كان لمؤيدي فكرة وجود قوة حيوية وجهات نظر شديدة التباين عن طبيعة هذه القوة، ومنذ أواسط القرن السابع عشر وما بعدها، كان هذا العامل الحيوي يعرف كثيرًا بأنه شيء مائع fluid (وليس سائلا liquid)، على غرار تعريف «جاذبية نيوتن» والسعرة الحرارية، والفلوجستن وغير ذلك من المصطلحات «المائعة» التي لا يمكن تحديد معناها. فالجاذبية شيء غير منظور، وكذلك الحرارة التي تنساب من الجسم الدافئ إلى البارد؛ ومن هنا لم يكن وضع هذا المصطلح لتعريف ذلك العامل الحيوي مستغربًا ولا مستهجنًا، مادام هو الآخر غير مرئي حتى لو لم يكن بالضرورة شيئًا من عالم ما وراء الطبيعة. وعلى سبيل المثال، فإن العالم الطبيعي الألماني «بلو منباخ J. F. Blumenbach» (الذي عاش في أواخر القرن الثامن عشر، وكتب باستفاضة عن الخلق والانقراض والتكوين التلقائي spontaneous generation، والكوارث والقابلية للتطفير mutability)... كان يعتبر هذا المائع الحيوي ـ رغم خفائه ـ شيئًا حقيقيًا جديرًا بالدراسة العلمية شأنه في ذلك شأن الجاذبية. وفي نهاية الأمر تزحزحت فكرة «المائع الحيوي» لتحل محلها



فكرة «القوة الحيوية» كتفسير لا بديل له لمظاهر الحياة التي استعصت على التفسير بغير هذه الفكرة، التي لاقت القبول حتى من عالم له مثل شهرة «يوحنا مولر Johannes Müller».

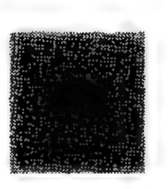
وعلى امتداد قرون ثلاثة من بداية القرن السادس عشر حتى نهاية القرن الثامن عشر كان علماء وظائف الأعضاء في إنجلترا أصحاب أفكار متماشية مع الحياتية، ذلك المذهب الذي ظل محتفظًا بقوته خلال الأربعين سنة الأولى من القرن التاسع عشر (١٨٠٠ ـ ١٨٤٠)، كما تدل على ذلك كتابات «هنتر J. Hunter» و«بريكارد J. C. Prichard» وغيرهما... وفي فرنسا حيث كان تيار الديكارتية Cartesianism بوجه خاص قويا، لم تكن مفاجأة أن تتسم الحركة المضادة التي قام بها الحياتيون على الدرجة نفسها من العنف. وكان أبرز من يمثلونها هم أبناء مدرسة مونبلييه Montpellier (مجموعة من الأطباء وعلماء وظائف الأعضاء معتنقي مذهب الحياتية، وكذلك العالم البيولوجي «بيشات X. F. Bichat». وحتى «كلود برنار Claude Bernard» المتخصص في دراسة موضوعات فسيولوجية مثل وظائف الجهازين العصبي والهضمي، الذي اعتبر نفسه معارضًا للحياتية ـ كان في الواقع مؤيدًا لبعض أفكار هذا المذهب، وفوق كل ذلك، فإن معظم الـ«لاماركيين» كان فكرهم ذا طابع حيوي في بعض جوانبه.

كانت ألمانيا هي الموطن الذي بلغ فيه مذهب الحياتية أعلى درجات ازدهاره وأوسع مجالات انتشاره. وكان أول معارض عظيم للآلية هو «جورج إرنست شتال(*) Georg Ernst Stahl» وهو كيميائي وطبيب ألماني عاش في أواخر القرن السابع عشر، واشتهر جدا بنظرية الـ «فلوجستون» للاحتراق؛ ولربما لم يكن معتنقًا للحياتية كمذهب، ولكن أفكاره لعبت دورًا كبيرًا في تعليم أصحاب مدرسة «مونبلييه».

وكان الباعث التالي للحركة الحياتية في ألمانيا هو حدة الخلاف الذي ساد دوائر علم البيولوجيا التطوري developmental biology في النصف الثاني من القرن الثامن عشر حول التكوين الجنيني، حيث انقسم المشتغلون بهذا العلم إلى فريقين: الأول ينادي بنظرية التشكل القبلي Preformation، ويتمسك أصحابها بأن الخلية الجنينية الأولى(**) تحوي كل أجزاء جسم الفرد البالغ

(*) رُوعي في تعريب الكلمات الألمانية استعمال الحروف التي يطابق نطقها اللسان الألماني (المترجم).

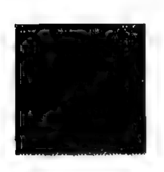
(**) البويضة أو الحيمن (الحيوان المنوي) أو الـ «زيجوت» الناتج عن اندماجهما (المترجم).



في صورة مصغرة، بينما نادى الفريق الثاني بنظرية «التكوين التتابعي epigenesis»، ومفادها أن أعضاء الجسم يتوالى ظهورها نتيجة للتطور، أي أنها ليس لها وجود في بداية التكوين. وفي عام ١٧٥٩، عندما أعلن عالم الأجنة «كاسبر فريدريك فولف Casper Friedrich Wolf» رفضه لفكرة سبق التكوين، وأحل محلها فكرة «التخلق المتعاقب»، كان لا بد له من أن يقدم تعريفًا علميًا لذلك العامل المجهول الذي يؤثر في تلك الكتلة الصغيرة غير المتميزة - التي هي البيضة المخصبة - ويحولها إلى فرد بالغ من نوع معين. وقد اقترح لهذا العامل اسم «جوهر الحياة Vie essentialis».

بيد أن عالمًا آخر هو «بلومنباخ F. J. Blumenbach» رفض فكرة ذلك العامل الغامض، واقترح بدلا منها فكرة وجود قوة تكوينية نوعية هي التي تقوم بالدور الحاسم - ليس فقط في تكوين الجنين - بل أيضًا في نمو الفرد الناتج عنه، وفي عمليات التكاثر والتجديد والتعويض، وقد أسماها «قوة التشكيل nisus formativus». بل إنه أيضًا قبل بفكرة وجود قوى أخرى تشارك في الإبقاء على الحياة مثل القابلية للانفعال irritability والإحساس Sensibility، ولقد كان «بلومنباخ» شديد التعمق في فهمه لهذه القوى، معتبرًا إياها - في المحل الأول - علامات إرشادية على عمليات يشاهدها ولا يدرك لها سببًا. فكانت بالنسبة له أسرارًا غامضة أكثر من كونها تعبيرًا عن نواميس ميتافيزيقية.

إن فرع الفلسفة الألمانية المسمى «الفلسفة الطبيعية Naturphilosophie» والذي طوره «شلنج J. W. F. Schelling» وأتباعه في بدايات القرن التاسع عشر، كان بالتأكيد صورة من «الحياتية الميتافيزيقية». أما الفلسفات العملية التي اتسمت بها أعمال البيولوجيين من أمثال «فولف Wolff» و«بلومنباخ» ثم من بعدهم «مولر» فقد كانت تيارًا مضادا للفيزيقية أكثر منها فلسفة ميتافيزيقية. ولقد افتُري على «مولر» بأنه «ميتافيزيقي غير علمي»، ولكن هذا الاتهام كان ظالما، إذ إن «مولر» - الذي عشق هواية جمع الفراشات والنباتات منذ صباه - كان قد اكتسب إحدى خصال العالم الطبيعي البيولوجي وهي: تأمل الكائنات في شغف يكاد يرقى إلى درجة التعبد، وهي ملكة لم تتوافر في تلاميذه الذين كانوا أكثر ميلا إلى العلوم الرياضية والفيزيائية، ولقد تحقق «مولر» من أن شعار: «الحياة حركة



جسيمات» كان بلا معنى وبلا أي قيمة تفسيرية؛ أما المفهوم البديل الذي قدمه «مولر» وهو «قوة الحياة Lebenskraft» فكان - رغم إخفاقه - أقرب إلى المفهوم القائم على حقيقة علمية هي «البرنامج الچيني أو الوراثي» من تلك التفسيرات الضحلة التي قدمها الفيزيقيون من تلاميذه المتمردين.

إن كثيرًا من محاولات «الحياتيين» كان المقصود بها تفسير نوعية صفات الكائنات، وهي الحقيقة التي فُسِّرت اليوم عن طريق «البرنامج الوراثي الچيني»، ولقد قدم الڤيتاليون عددا من التفنيدات الصالحة تمامًا لنقض نظرية الحياة الآلة، ولكنهم - نظرا لما كان قائمًا من تفسيرات بيولوجية آنذاك - لم يتمكنوا من أن يخرجوا التفسير الصحيح لعمليات حيوية اكتشفت لاحقا في أثناء القرن العشرين، وبناء على ذلك، كانت معظم مجادلات الحياتيين عقيمة. وعلى سبيل المثال، أثار «دريش Driesch» - بدءا من السنوات العشر الأواخر من القرن التاسع عشر - جدلا حول عجز الـ «فيزيقية» عن تفسير بعض الظواهر البيولوجية مثل التنظيم الذاتي في التراكيب الجينية، والتجديد التعويضي والتكاثر، وبعض الظواهر النفسية مثل الذاكرة والذكاء. ومع ذلك فمن الجدير ملاحظته: كثرة ما يتكشف للقارئ من جمل ذات مغزى في كتابات «دريش» كلما أحللنا عبارة «البرنامج الچيني» محل كلمته المبهمة: «Entlechie»... على أن هؤلاء الحياتيين لم يقتصر علمهم على إدراك حقيقة أن شروح الآليين ينقصها «شيء ما»، بل إنهم أيضا قد وصفوا بالتفصيل طبيعة تلك الظواهر والعمليات التي عجز الآليون عن تفسيرها.

قد يكون من دواعي الاندهاش أن تحقق الـ «حياتية» كل هذا القدر من الانتشار وطول البقاء وكثرة الأنصار على الرغم من كثرة ما شابها من نقاط الضعف بل وأوجه التناقض؛ وكما رأينا فإن أحد أسباب نجاحها هو ببساطة أنها - آنذاك - كانت البديل الوحيد لنظرية «آلية الحياة» التي طرحها الإحاليون reductionists، التي كان من الواضح أنها مستبعدة من كثير من البيولوجيين. وهناك سبب آخر لنجاح الحياتية هو أنها كانت تحظى بتأييد قوي من عدد من أصحاب المبادئ (الأيديولوجيين) ذوي اليد العليا، والذين كانت مبادئهم تتضمن اعتقادا في هدف كوني مذهب الغائية teleology of finalism. وفي ألمانيا كان للمفكر «إيمانويل كانت Immanuel Kant» نفوذ قوي

على الحياتية، وبخاصة مدرسة الآلية الغائية teleomechanism، وهو نفوذ ظل واضحا في كتابات «دريش»، كما أن كتابات معظم الحياتيين تبدّى فيها ارتباط واضح بمذهب الغائية finalism.

لقد عارض الحياتيون بشدة مذهب «دارون» في «الانتخاب الطبيعي» Natural Selection، وذلك راجع ـ جزئيا ـ إلى ميولهم الغائية، فقد كانت نظرية «دارون» في التطور تنكر وجود أي غاية كونية، وجعلَتْ في مكانها «آلية» لتفسير التغير التطوري هي «نظرية الانتخاب الطبيعي»... يقول هيكل Haeckel: «نحن نرى فيما توصل إليه «دارون» من اكتشاف دور الانتخاب الطبيعي في الصراع من أجل البقاء. أكبر دليل حاسم على «انتهاء صلاحية» التبريرات الآلية التي كانت سارية في حقل البيولوجيا برمته، كما نرى في هذا الاكتشاف الإرث الشرعي الذي تركته كل تأويلات الحياتيين والغائيين عن الكائنات المتعضية». (هيكِل ـ ١٨٦٦)... وفي رأينا أن مذهب «الانتخاب selectionism» قد جعل مذهب الحياتية شيئا لا لزوم له لشرح ظاهرة التكيف.

كان «دريش» ـ كغيره من الحياتيين ـ معاديا شديد الضراوة للداروني، بيد أن مجادلاته ضد فكرة الانتخاب الطبيعي كانت شديدة السخافة، إذ إنها أظهرت بوضوح أنه ـ على الأقل ـ لم يفهم النظرية. فالداروني أصبحت حجر الأساس في منهج جديد لتفسير الحياة، وذلك بفضل تقديمها كمنهج لفهم التطور، مع إنكارها ـ في الوقت ذاته ـ أي نظرة غائية أو «الحياتية» للحياة.

**سقوط الـ «حياتية»:**

في بداية ظهور «الحياتية» واتساع دائرة اعتناقها، بدا أنها تقدم جوابا معقولا للسؤال المحيِّر: «ما هي الحياة؟»، بل أنها ـ آنذاك ـ كانت تمثل بديلا نظريا شرعيا ليس فقط للآلية الفجة التي واكبت عصر الثورة العلمية، بل أيضا لفيزيقية القرن التاسع عشر، ويبدو أن «الحياتية» ـ في تفسيرها لظواهر الحياة ـ قد حققت نجاحا أبعد بكثير مما حققته نظرية الآلة المسرفة في التبسيط التي كان ينادي بها معارضوها.

وبالنظر إلى ما لاقته الفيتالية في مجال البيولوجيا من انتشار وغلبة وطول بقاء، تكون الدهشة لسرعة انهيارها بالكامل، ففي حوالى عام ١٩٣٠ زال آخر سند لها كفكرة قابلة للبقاء في ميدان البيولوجيا، وكان وراء سقوطها عدد لا يستهان به من العوامل والمؤثرات المختلفة.

كان أول هذه العوامل هو تزايد النظر إلى الفيتالية كفكرة ميتافيزيقية أكثر منها علمية، ولقد كان السبب في هذا هو افتقار أصحابها إلى أي وسيلة لتمحيصها، إذ إنهم ـ بإصرارهم شبه المتعصب على وجود «قوة حيوية» ـ كانوا كثيرا ما يضعون العراقيل أمام أي محاولة بناءة أخرى، يمكن أن تلقي الضوء على الوظائف الأساسية للكائنات الحية.

والعامل الثاني هو الانحسار التدريجي لتأييد الاعتقاد بأن بنية الكائنات المتعضية (الحية) تتألف من مادة «خاصة» مختلفة تماما عن المادة غير الحية. ففي معظم القرن التاسع عشر ساد الاعتقاد أن هذه المادة هي الـ «بروتوبلازم»، وهو المادة الخلوية الموجودة خارج النواة، التي أطلق عليها كوليكر Kollicker، فيما بعد اسم «السيتوبلازم»، ومن حيث إن البروتوبلازم، فيما يظهر، كان ذا خصائص غروانية، فقد نشأ فرع جديد من الكيمياء سرعان ما ازدهر هو كيمياء الغروانيات colloidal chemistry، بيدأن الكيمياء الحيوية بالتضافر مع المجهرية الإلكترونية electron microscopy سرعان ما حدّدت التركيب الحقيقي للسيتوبلازم، وألقت الضوء على طبيعة مكوناته المختلفة وهي: العُضيات الخلوية، والأغشية والجزيئات الكبيرة... وهكذا لم يعد هناك مبرر لوجود ما يسمى بالمادة الخاصة أو البروتوبلازم، ومن ثم اختفت هذه الكلمة بكل مضامينها ومفاهيمها من المؤلفات البيولوجية، وبطريقة مماثلة، فُسِّرت الحالة الغروانية تفسيرا كيموحيويا، وبالتالي، لم يعد هناك محل لوجود ما يسمى بكيمياء الغروانيات، وهكذا اختفى كل ما قد يؤيد فكرة وجود ما يمكن أن يدرج تحت بند منفصل اسمه «المادة الحية»، وأصبح من الممكن تفسير الصفات المميزة ـ والتي تبدو فريدة ـ لهذه المادة بتعبير دقيق مثل «الجزيئات الضخمة» macromolecules التي لها طابع التعضي، فهذه الجزيئات ـ بدورها ـ تتكون من الذرات والجزيئات الصغيرة ذاتها التي تتألف منها المادة غير الحية.. وكان أول دليل على إمكانية تحويل مركبات

غير عضوية ـ صناعيا ـ إلى جزيئات عضوية هو ما قام به «ڤوهلر Wohler» عام ١٨٢٨ بتخليق مادة البولينا (اليوريا Urea) ـ وهي مادة عضوية ـ معمليا.

وثالث هذه العوامل هو أن جميع محاولات الڤيتاليين للبرهنة على وجود قوة حيوية غير مادية قد باءت بالفشل، وبمجرد أن بدأ تفسير العمليات الفسيولوجية والتطورية من منظور كونها ذات طبيعة فيزيوكيميائية ـ سواء على مستوى الخلية أو على مستوى الجزيئات ـ لم يبق شيء يحتاج إلى تأويل من منظور الڤيتالية التي أصبحت، بالتبعية وببساطة، شيئا لا لزوم له.

والعامل الرابع من عوامل سقوط الڤيتالية هو تكوُّن مفاهيم بيولوجية جديدة لتفسير الظواهر، التي اعتاد الڤيتاليون الاستشهاد بها كدليل على صحة مذهبهم، وقد شارك في حسم هذا الأمر حدثان علميان كان أولهما هو ظهور علم المورِّثات genetics الذي أفضى إلى القبول النهائي بفكرة البرنامج الجيني genetic program، مما جعل تفسير جميع الظواهر الحياتية أمرا ممكنا ـ على الأقل من حيث المبدأ ـ بوصفها عمليات مصيرية يحكمها هذا البرنامج. وأما الحدث الثاني فهو ظهور مذهب الدارونية الذي حقق إنجازا آخر هو إعادة تأويل نظرية «كانت Kant» في «العلة الغائية Zweckmassigkeit»(*). ففي ضوء ما انبثق عن الدارونية من مبدأ «الانتخاب الطبيعي» أمكن الاستناد إلى التباين الشائع بين مكوِّنات الطبيعة الحية للاقتناع بإمكانية التكيف. وهكذا قُوِّضت دعامتان رئيسيتان لمذهب الڤيتالية هما: الغائية Teleology ومناهضة الانتخاب Anti-selectionism حيث نجحت الـ «دارونية» من جانب وعلم الجينات من الجانب الآخر في إمدادنا بتأويلات مقبولة للظواهر، التي طالما نادى الڤيتاليون باستحالة تفسيرها إلا بافتراض وجود قوة حيوية أو «مادة حيوية».

لو أن أحدا كان مصدِّقا ما ورد في كتابات الفيزيقيين، لما كانت الڤيتالية سوى حجر عثرة في سبيل تقدم العلوم البيولوجية ونموها. فقد زعموا أن الڤيتالية قد أخذت ظواهر الحياة من الحقل العلمي ونقلتها إلى مجال الميتافيزيقا (ما وراء الطبيعة). حقا إن هذه المزاعم تعتبر نقدا مقبولا لما ورد في كتابات بعض الڤيتاليين الأكثر استغلاقا، ولكنه غير منصف إذا وجه ضد علماء ذوي سمعة مثل «بلومنباخ»، بل حتى ضد «مولر» الذي شخّص كل

(*) Zweckmassigkeit: كلمة ألمانية مركبة معناها الحرفي «الغاية تبرر الوسيلة» (المترجم).



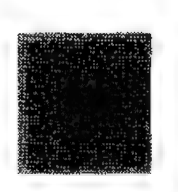
جوانب الحياة التي تركها الفيزيقيون بلا تفسير، فعدم توفيق «مولر» في تقديم التفسير الصحيح لا ينتقص من قدر نجاحه في تحديد أبعاد القضايا التي كانت ـ آنذاك ـ تنتظر الحل.

إن تاريخ العلم حافل بحالات مماثلة كان يتم فيها الأخذ بأفكار غير مناسبة لتفسير مشكلة واضحة الحدود، بسبب الانتهاء من وضع أساس العمل اللازم للتفسير الحقيقي. ومن الأمثلة الشهيرة: ذلك التفسير الغائي الذي قدمه «كانْت» لعملية التطور.. ولن يكون مجافيا للحق مَنْ يستنتج أن «الڤيتالية» كانت حركة ضرورية للكشف عن ضحالة الفيزيقية وعجزها عن تفسير الحياة... والواقع أن «فرانسوا جاكوب Francois Jacob» كان محقا عندما صرح في عام ١٩٧٣ بأن الڤيتالية كان لها فضل كبير في الاعتراف بالبيولوجيا كنظام علمي له كيانه.

وقبل أن ننتقل إلى العضوي organicism كمذهب حل محل الفيزيقية والڤيتالية معا، ينبغي أن ننوِّه بظاهرة غريبة بعض الشيء لاحظناها خلال القرن العشرين، هي إيمان بعض الفيزيقيين بأفكار حياتية، وفيما يبدو كان «نيلز بوهر» أول من نادى بأن الكائنات المتعضِّية تديرها قوانين خاصة لا وجود لها في الطبيعة غير الحية، وكان ظنّهُ أنها مناظرة لقوانين الفيزياء، إلا أنها لا تسري إلا على الكائنات المتعضية. ولقد نالت مثل هذه الأفكار تأييد «إروين شرودِنْجَر» وغيره من الفيزيائيين. بيد أن «فرانسيس كريك Francis Crick» (١٩٦٦) خصص كتابا كاملا لتنفيذ الأفكار الڤيتالية لاثنين من الفيزيقيين هما: «والتر إلْسَاسَّرْ Walter Elsasser» و«يوجين وِجْنر Eugene Wigner». ومن الغريب أن تظل صورة من الڤيتالية باقية في أذهان بعض الفيزيقيين ذوي السُّمْعة، بعد اندثارها من أذهان مشاهير البيولوجيين بوقت طويل.

وقد تطورت الأمور إلى أبعد من ذلك في أعقاب الربع الأول من القرن العشرين، عندما عبّر كثير من البيولوجيين عن اعتقادهم أن نظرية النسبية، وميكانيكا الكم وغيرهما من الكشوف المستخدمة في مجال الفيزياء، يمكن أن تقدم جديدا يُعين على فهم العمليات البيولوجية، ولكنني أرى ـ في حدود قدرتي على الحكم ـ أن لا شيء من قواعد الفيزياء هذه ينطبق على البيولوجيا.

لقد عاشت الڤيتالية في كتابات الفلاسفة أكثر مما عاشت في كتابات الفيزيائيين، ولكن ـ في حدود علمي ـ لا يوجد ڤيتاليون بين مجموعة فلاسفة البيولوجيا الذين بدأوا نشر أفكارهم بعد عام ١٩٦٥. كما أنه لا يوجد بين مشاهير



البيولوجيين الأحياء عالم واحد يؤيد الڤيتالية على طول الخط، فالقلائل الذين عاصرتُهم في أواخر القرن العشرين ممن لهم اتجاهات ڤيتالية ـ (وهم: «هاردي A.Hardy» و«رايت S.Wringht» و«پورتمان A.Portmanen») ـ قد فارقوا الحياة.

### العضوانيون Organicists

بحلول عام ١٩٢٠ أصبح واضحا آن مذهب «الڤيتالية» قد فقد صلاحيته، وفي عام ١٩٣١ أعلن العالم الفسيولوجي «هالدين» S.J. Haldane ـ وكان محقا في قوله ـ أن البيولوجيين لم يجدوا بدا من التخلي عن اعترافهم بالڤيتالية، وفي الوقت ذاته كان يقول أيضا بأن أي تحليل آلي بحت لا يمكن أن يفسر هذا التناسق المميز للحياة (يقصد بالتناسق: تتابع خطوات تكوين الكائن الحي تتابعا منتظما كان موضع حيرته وعجبه).. وبعد آن برهن «هالدين» على عدم صلاحية الحياتية و«الآلية» لتناول القضايا البيولوجية قال: «علينا أن نوجد قاعدة نظرية مختلفة تصلح أساسا لتوصيف علم البيولوجيا من واقع مشاهدة هذه الظواهر الحياتية، التي يحكمها ذلك التنسيق البديع منذ بداية نشأة الفرد حتى اكتمال تكوينه.

وهكذا نرى أن انحسار موجة الڤيتالية لم يؤد إلى انتصار الميكانيزمية بقدر ما مهد الطريق إلى ظهور منهج توضيحي جديد يقرر صلاحية النظريات الفيزيوكيميائية لتفسير العمليات الحيوية التي تتم عند مستوى الجزيئات تفسيرا كاملا، وإن كانت هذه الصلاحية تتناقص بمعدلات متزايدة كلما ارتفع المستوى الذي يجري اختبارها عنده، حيث إنه كلما ارتفع المستوى على طريق تكامل تكوين الكائن الحي، انبعثت خصائص جديدة ومميزة تعجز هذه النظريات عن تفسيرها، ومن ثم تصبح في حاجة إلى تعديل وربما تحتم تبديلها، إذ إن الخصائص المميزة للكائنات الحية تعتمد على «تنظيم الكيان» أكثر من اعتمادها على «تركيب الكائن»، وهذا هو المنظور الذي تشيع حاليا تسميته بالـ «عضوانية» Organicism، وهو يوجه جل اهتمامه إلى الخصائص المميزة للكائنات الحية ذات التركيب البالغ التعقيد، وإلى تاريخ برنامجه الجيني.

ومصطلح الـ «عضوانية» قد «صكه» في عام ١٩١٩ الفيلسوف «رتر E.W. Ritter»، الذي نشر في عام ١٩٢٨ مع زميله «بيلي Baily» بيانا علميا بأن ارتباط الكل بأجزائه لا يقتصر على التكامل الكمي بينهما، بل يشمل أيضا ما

ينتج عن ذلك من «سيطرة الكل على أجزائه».. وقبل ذلك بعامين كان «سمتس S.J.Smuts» قد شرح وجهة نظره في هذه القضية بقوله: «إن الترابط بين أجزاء أي كائن متعضٍّ ينطوي على نوع من «التفاعل النشط» بينها، فهذه الجزيئات في حد ذاتها يمكن اعتبارها «كليات صغرى» كما هي الحال في الخلايا التي يتألف منها جسم أي كائن حي، وما قاله «سمتس» قد لخصه بيولوجيون آخرون في عبارة موجزة هي: «إن الكل شيء مختلف عن مجرد مجموع أجزائه».

ومنذ عشرينيات القرن العشرين شاع استخدام المصطلحين: «العضوانية» و«الكمية» كل منهما مكان الآخر، وإن كان المصطلح الثاني في البداية أكثر استعمالا، بل إن صفته النعتية «كلي» ما زالت مستعملة في أيامنا هذه، وعلى كل حال فهو مصطلح غير بيولوجي تحديدا، فكثير من الأنظمة غير الحية توصف أيضا بأنها «كلية» على النحو الذي أشار إليه «نيلزبور». ومن ثم فإن المصطلح الآخر (العضوانية) أصبح هو السائد اليوم، لأنه الأضبط فضلا عن أن استعماله أكثر ملاءمة للمجال البيولوجي، لأنه يستوعب مفهوم عامل مهم في هذا المجال هو «البرنامج الجيني».

لم يكن اعتراض العضوانيين على الفيزيقية يستهدف جوانبها الآلية (التي كان الفيزيقيون أنفسهم يصفون بها تفسيراتهم) بقدر استهدافه النزعة الإحالية، التي كانت هذه التفسيرات أكثر تميزا بها، ففي نظر الإحاليين أن تفسير أي ظاهرة سيصبح ـ من حيث المبدأ ـ أمرا سهلا بمجرد تحليلها إلى أصغر مكوناتها وتحديد وظيفة كل منها... بل هم يزعمون أن هذا التحليل والتحديد سيمكنان، على الفور ودون أي مشقة، من تفسير كل ما تحتمل ملاحظته على أي مستوى من مستويات التعضي فوق المستوى الذي بدأ عنده التحليل.

ولقد بين العضوانيون أن ما يزعمه الإحاليون إنما هو ادعاء غير صحيح، لأن المذهب التوضيحي لنظرية الإحالة عاجز تماما عن تفسير الخصائص التي تنفرد بها الكائنات الحية، والتي تنبثق عند المستويات العليا من عملية التعضي، ومن الغريب أن الاعتراف بقصور التفسيرات الإحالية البحتة قد يصدر حتى عن معظم الآليين. وعلى سبيل المثال، سلم «إرنست ناجل» في عام ١٩٦١ بأنه «ليس للإيضاحات الفيزيوكيميائية في الوقت

الحالي ـ أي دور في قطاعات كبيرة من الدراسة البيولوجية، بل إن عددا من النظريات البيولوجية المتميزة قد نجحت إلى أقصى الحدود من دون أن تكون ذات طابع فيزيوكيميائي»... إن «ناجل» قد حاول إنقاذ مذهب الإحالية بأن أقحم كلمة «في الوقت الحالي» في بيانه، ولكن هذه المحاولة جاءت متأخرة، فعندما أعلن «ناجل» بيانه كان قد أصبح واضحا أن بعض المصطلحات ذات المفهوم البيولوجي الخاص مثل: الإقليم البيئي territory، والاستعراض display ومراوغة المفترس Predator thwarting، وما إلى ذلك يستحيل ردها إلى أصولها بمقاييس الكيمياء والفيزياء من دون أن تفقد مدلولها البيولوجي تماما.

لقد نجح رواد الكلية (من أمثال «رسل E.S.Russel» و«هلدين») في معارضتهم للطريقة الإحالية، وكانوا منطقيين في شرح ملاءمة التناول الكلي لظاهرتي السلوك والتكوين. ولكنهم أخفقوا في شرح الطبيعة الحقيقية للظواهر ذات الطابع الكلي، وكانوا غير موفقين في محاولاتهم شرح طبيعة الـ «كل» وتكامل الأجزاء فيه، وكان هذا أيضا هو حال «ريتر» و«سمتس» وغيرهما من أوائل أنصار الكلية الذين كانت شروحهم تحمل مسحة ميتافيزيقية. وفي الحق إن بعض تعبيرات «سمتس» كانت ذات نزعة غائية.

وعلى أي حال، فإن «ألكس نوفيكوف Alex Novikoff» (١٩٤٧) قد شرح بتفصيل كبير السبب في أن فهم الكائنات المتعضية الحية ينبغي أن يتم من منظور كلي، وفي هذا يقول: «إن الكليات عند أحد المستويات تصبح جزئيات عند المستوى الأعلى، فالكل والجزء ـ كلاهما ـ كيان مادي، والتكامل ينتج مما يتم بين الأجزاء من تفاعل مترتب على خصائصها». ومن حيث إن الكلية ترفض الإحالية فإن «نوفيكوف» يستطرد قائلا: «إن الكلية لا تنظر إلى الوحدات الفيزيوكيميائية التي يتكون منها الكائن الحي باعتبارها أجزاء في آلة يمكن فكها ووصفها من دون اعتبار للجهاز الذي انتزعت منه»... انتهى كلام «نوفيكوف». ونضيف أن وصف الأجزاء المعزولة لا يمكن أن ينقل صورة عن خصائص الجهاز ككل، وذلك بسبب ما بين هذه الأجزاء من تفاعل، فالذي يتحكم في الجهاز كله هو ما يربط بين هذه الأجزاء من نظام يطلق عليه اسم التعضي Organization.

وتكامل الأجزاء قائم على كل مستوى من مستويات التكوين: ففي الكائن المتعضي الواحد يتم التكامل بين الخلايا، فالأنسجة، فالأعضاء، فالأجهزة العضوية التي بتكاملها يكتمل كيان الفرد. وهو هنا تكامل تكويني وكيمو حيوي، أما فيما بين الأفراد، فإن التكامل يكون ذا طابع سلوكي. وقد أجمع الكليون على أنه لا يمكن فهم أي نظام فهما تاما بمجرد معرفة خصائص مكوناته المنفصلة... والقاعدة التي أسس عليها مذهب «العضوانية» هي أن الكائنات الحية ليست مجرد «تراكمات» من المفردات، إذ إن ممارستها لوظيفتها تعتمد بالكامل على التفاعل والتعاون المتبادلين بينها أي على التعضي Organization.

## الانبثاق Emergence

من الواضح الآن أن المعطيات المبكرة لمذهب الكلية كانت تفتقر إلى اثنين من الأعمدة الكبرى للهيكل الإيضاحي لعلم البيولوجيا الحديث، أولهما هو القبول بفكرة البرنامج الجيني الذي لم يكن قد خرج بعد إلى الوجود آنذاك، والثاني هو القبول بفكرة ا لانبثاق بمعنى أن الارتقاء على سلم التكامل يصحبه عند كل مستوى من التعضي ظهور خواص جديدة ليس بالإمكان التنبؤ بها بمجرد معرفة مكونات المستوى الأدنى، وفكرة الانبثاق، هذه كانت غائبة، إما لأنها لم تخطر على فكر الكليين، أو لأنهم استبعدوها باعتبارها ميتافيزيقية وغير علمية ثم آن الأوان وتوحدت فكرة البرنامج الجيني مع فكرة الانبثاق، وهنا أصبحت العضوانية ـ على الرغم من احتفاظها باتجاهها الآلي ـ مضادة للإحالية.

في عام ١٩٣٧ وصف «جاكوب Jacob» ظاهرة الانبثاق على هذا النحو: «عند كل مستوى من التعضي تشترك وحدات ذات أحجام محددة نسبيا وتركيب شبه متماثل في تكوين وحدة من المستوى الأعلى بطريقة تكاملية، ومن الممكن أن نطلق على هذه الوحدة الجديدة اسما عاما يناسب طريقة تكوينها هو: «تكاملة (إنتجرون entegron). وكل تكاملة في أي مستوى قد نشأت من تجمع تكاملات أصغر منها من المستوى الأدنى، كما تشترك مع تكاملات من مستواها نفسه في بناء تكاملة أكبر من المستوى الأعلى». انتهى هنا كلام «جاكوب». ويضيف المؤلف «إن لكل

تكاملة خصائص مميزة ومقومات جديدة لم تكن موجودة في أي مستوى تكاملي أدنى من مستواها... وبذلك يمكن آن يقال عن هذه الخصائص إنها «انبثقت».

لقد برزت فكرة الانبثاق لأول مرة في عام ١٩٢٣ في كتاب عن التطور الانبثاقي emergent evolution آلفه «لويد مورجان Lloyd Morgan»، وكان الداروनون الذين اعتنقوا هذه الفكرة يبدون أفكارهم في حذر خشية أن تنم عن أي رآي مضاد للتدرج antigradualism، إذ إن بعض الانبثاقيين الأوائل ـ وبخاصة في عصر سيادة المندلية ـ كانوا بالفعل يعتقدون بإمكان حدوث التطور عن طريق قفزات كبيرة غير متواصلة Saltations... غير أن هذه الأفكار المختلطة قد تراجعت الآن بعد استقرار المفهوم الجديد بأن الوحدة التطورية إنما هي «العشيرة Population (أو النوع Species) وليست هي الجين أو الفرد. فلقد أصبح بالإمكان الآن استحداث أفراد ذات نمط مختلف (مظهريا) عن باقي أفراد العشيرة عن طريق إعادة توليف بعض الأحماض الدناوية DNA's الموجودة بالفعل في جينات العشيرة الأم... وهذا يتم بسرعة وبشكل عرضي، بينما العشيرة، كوحدة تطورية كاملة، لا تنشأ إلا بالتدريج البطيء. وأي واحد من أنصار مبدأ النشوء والارتقاء العصريين بوسعه أن يقول عن أي كائن ذي صفة ارتقائية جديدة (انبثقت عند مستوى من التكامل أعلى مما وصل إليه الكائن الأدنى منه) أن يقول عنه إن تكوينه قد تم نتيجة لعاملين هما بالتحديد التغير الجيني والانتخاب، ذلك لأن الوحدات التكاملية (الإنتجرونات) إنما تنشأ عن طريق الانتخاب الطبيعي، وهي عند كل مستوى أنظمة تكيفية لأنها تسهم في تكوين صلاحية الفرد للبقاء، وهذا لا يتعارض بأي حال مع مبادئ الداروينية.

وخلاصة القول إن أفضل ما يميز العضوانية هو الاعتقاد بأهمية اعتبار الكائن المتعضي وحدة متكاملة، وهو اعتقاد ثنائي لأنه مقرون أيضا باقتناع جازم بأن هذا التكامل لا يجوز أن يعتبر سرا مغلقا يستعصي على التحليل، بل دراسته واجبة وذلك باختيار المستوى الصحيح للتحليل... فالذي يعتنق مذهب العضوانية لا يرفض فكرة التحليل، ولكنه يصر على مواصلته تنازليا حتى يصل إلى أدنى مستوى يمكن عنده الحصول على معلومات وثيقة الصلة بالموضوع، أو تتكشف عنده رؤى جديدة... وأعود فأكرر إن الجزئيات ـ عند

أي مستوى من التكامل ـ تفقد بعض خصائصها المميزة إذا انفصلت عن الكل. فالكثير من التفاعلات المهمة بين مكونات أي كائن متعضٍّ لا تتم على المستوى الفيزيوكيميائي، ولكن عند مستوى تكاملي أرقى، وفي النهاية فالبرنامج الجيني هو المتحكم في تكوين الإنتجرونات العضوية التي تنبثق عند كل مستوى تكاملي، بل وفي أنشطتها أيضا.

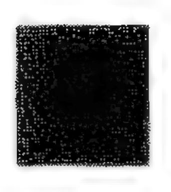
### الخصائص المميزة للحياة

سواء أخذنا برأي البيولوجيين المتخصصين أو برأي فلاسفة العلوم، فإن المفهوم المتفق عليه اليوم لطبيعة الكائنات الحية هو سيادة قوانين الفيزياء والكيمياء على جميع وظائفها التي تتم على المستوى الجزيئي، وعلى معظم وظائفها التي تتم على مستوى الخلايا. ومع ذلك فالكائنات المتعضية تتميز عن المادة الخاملة في كونها أنظمة رئاسية ذات كيان له كثير من الصفات الانبثاقية، والأهم من ذلك هو أن كل أنشطتها تتم تنفيذا لبرامج جينية في طياتها معلومات مكتسبة تراكمت عبر التاريخ، وكلا الأمرين لا وجود له في عالم الجمادات.

ونتيجة لذلك، فالكائنات الحية المتعضية تمثل شكلا لافتا للنظر من أشكال الازدواجية، وهي هنا ليست ازدواجية البدن والروح ولا المحسوسات والغيبيات، فازدواجية علم البيولوجيا الحديث نابعة من حقيقة أن للكائن الحي صورتين متلازمتين في كيان واحد: الصورة الخَبْرِية أو الجينية genotype، والصورة المظهرية phenotype فأما الصورة الأولى ـ فبحكم أنها مكونة من أحماض نووية ـ فإن فهمها يحتاج إلى إيضاحات تطورية، وأما الصورة المظهرية فهي حصيلة تجمعات من المواد الكبيرة الجزئيات كالبروتينات والدهون التي بُنيت على أساس معلومات يمدها بها الكيان الجيني، ومثل هذه الازدواجية غير معروفة في عالم الجمادات.

وبوسعنا جدولة الظواهر المميزة للكائنات الحية في عدد من البنود:

ـ البرامج المطورة Evolved programs: الكائنات المتعضية نشأت كحصيلة ٣,٨ بلايين سنة من النشوء والارتقاء، وكل خصائصها تعكس هذا التاريخ: فتكوينها وسلوكها وكل أنشطتها الأخرى تسير ـ ولو جزئيا ـ طبقا لبرامج جينية هي حصيلة المعلومات الوراثية المتراكمة عبر مسيرة تاريخ الحياة،



واستقراء هذا التاريخ يكشف عن وجود تيار متصل بدأ منذ نشأة الحياة وسريانها في أبسط الكائنات (بدائيات النوى Prokaryotes)، وارتقائها لتسري في الأشجار العملاقة والفيلة والحيتان والآدميين.

ـ الخواص الكيمائية: على الرغم من أن ذرات المواد غير الحية هي بعينها قوام تركيب جميع الكائنات الحية المتعضية، إلا أن نمو هذه الكائنات وأداءها الوظيفي يتمان بفعل مركبات خاصة هي الأحماض النووية والهرمونات والإنزيمات وغيرها من الجزيئات العملاقة التي لا وجود لها في عالم الجمادات... ومن ناحية أخرى، كشفت الكيمياء العضوية والحيوية عن أن كل المواد الموجودة في الكائنات الحية ـ مهما كانت معقدة ـ فمن الممكن تحليلها إلى جزيئات غير عضوية بسيطة، كما يمكن أيضا تخليقها (أي تركيبها معمليا من عناصرها البسيطة) ـ على الأقل من حيث المبدأ.

ـ الآليات التنظيمية: وهي ضوابط تؤمن حفظ نظام العمل واستقراره في الكيان الحي بكل الطرق، وهذا أمر لا وجود له بتاتا في عالم الجمادات.

ـ التنظيم (التعضّي): Organization: الكائنات الحية أنظمة معقدة ومنضبطة، وهذا هو سر قدرتها على استيعاب التعليمات الوراثية الصادرة من الجينات، والتزامها بمساراتها التكوينية والتطورية.

ـ الأنظمة الهادفة: الكائنات الحية متوائمة مع الظروف المحيطة نتيجة تعرضها للانتخاب الطبيعي عبر أجيال سابقة لا حصر لها، وهي أيضا نظم «مبرمجة» لأداء فعاليات موجهة لأهداف معينة بدءا من التكوين الجيني حتى ممارسة الأفراد البالغة لأنشطتها السلوكية.

ـ محدودة الجسامة: أحجام الكائنات الحية ـ من أصغر الفيروسات حتى أضخم الأشجار والحيتان ـ تشغل نطاقا محدودا يتوسط عالم الموجودات، كما أن الوحدات الأساسية للتعضي الحيوي ـ وهي الخلايا ومكوناتها ـ صغيرة جدا، وهذا يتيح للكائنات المتعضية مرونة عظيمة في النمو والتطور.

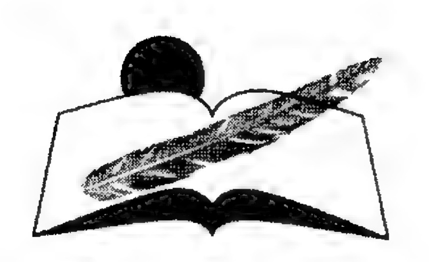
ـ دورة الحياة: الكائنات الحية ـ على الأقل تلك التي تتكاثر جنسيا ـ لها دورة حياة محددة تبدأ بالزيجوت (البويضة الملقحة) ـ وتمر بأطوار جنينية أو يرقية مختلفة حتى تصل إلى مرحلة البلوغ، وتختلف درجة تعقيد دورة الحياة من نوع إلى آخر بما في ذلك المناوبة بين الأجيال الجنسية واللاجنسية في بعض الأنواع.

ـ الأنظمة المفتوحة: تحصل الكائنات الحية على الطاقة والمواد من الوسط الخارجي وتنفث فيه النواتج النهائية لعمليات الأيض، وهي في ذلك لا تتقيد بالقانون الثاني للديناميكا الحرارية.

هذه الخصائص المميزة للكائنات الحية المتعضية تحقق لها عددا من القدرات التي لا وجود لها في الأنظمة غير الحية، منها:

القدرة على التطور ـ القدرة على الاستنساخ الذاتي ـ القدرة على النمو والتمايز على أساس برنامج جيني ـ القدرة على النشاط الأيضي (تقييد الطاقة وإطلاقها) ـ القدرة على التنظيم الذاتي للمحافظة على نظام العمل في الكيان المعقد في حالة اتزان ـ القدرة على التجاوب مع المؤثرات الصادرة من الوسط المحيط بها (باستقبالها بوساطة أعضاء الحس ثم إدراكها) ـ القابلية للتغير الازدواجي (التغير المظهري أو الشكلي، والتغير المخبري أو الجيني).

كل هذه الخصائص المميزة للكائنات الحية المتعضية تؤهلها لأن تحتل مرتبة متميزة عن الأنظمة غير الحية، ولقد كان التعرف التدريجي على تفرد عالم الأحياء واستقلاله سببا في ظهور ذلك الفرع من العلوم المسمى «بالبيولوجيا»، ثم أدى إلى الاعتراف به كعلم قائم بذاته كما سنرى في الفصل الثاني.



# 2 ما العلم؟

تتضمن «البيولوجيا» كل العلوم المخصصة لدراسة الكائنات الحية، التي يشار إليها أحيانا بـ «علوم الحياة»، وهو مصطلح مفيد لأنه يميز البيولوجيا عن العلوم الفيزيائية التي تضع عالم الجمادات في بؤرة اهتمامها. على أن العلوم الاجتماعية والسياسية والعسكرية وكثيرا غيرها تشمل مواد معرفية أخرى مصنفة. وبالإضافة إلى هذه التخصصات الأكاديمية، كثيرا ما تصادفنا فروع أخرى مثل: علم الماركسية، وعلم المسيحية، وعلم النسويات وغيرها من «العلوم المزعومة»... فلماذا تسمي هذه الفروع المعرفية نفسها علوما؟ وما سمات العلم الحقيقي التي تميزه عن مجالات الفكر الأخرى؟ وهل علم «البيولوجيا» تتوافر فيه هذه السمات؟

من حق أي امرئ أن يحسب الإجابة عن هذه التساؤلات الأساسية أمرا سهلا. ولكن خطأ هذا التصور يتضح عندما لا نكتفي بما تطالعنا به الصحف السيارة. بل نعكف أيضا على دراسة ذلك الكم الهائل من الأعمال المتخصصة التي تتناول هذه القضية. إن أحد أصدقاء «تشارلز داروين» الذين روجوا لنظرياته وقاموا بتبسيطها

«حتى يومنا هذا، مازال هذا الانحياز إلى الاكتشافات على حساب الأفكار والمفاهيم قائما، وإن أصبح أقل مما كان عليه في زمن (داروين)».

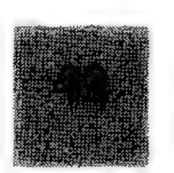
**المؤلف**

وهو «هكسلي T.H.Huxley» قد عرف العلم بأنه «ما هو إلا حس عام common sense منظم بالممارسة» وهذا ليس صحيحا للأسف الشديد، فالحس العام كثيرا ما يقودنا إلى أخطاء لا يصححها إلا العلم، كالاعتقاد السابق الخاطئ بأن الأرض مسطحة... ولا يخلو أي فرع من فروع العلم من أفكار كان مسلما بها كبدهيات ثم ثبت خطؤها في وقت لاحق، وهذا قد يسوقنا إلى القول إن مهمة العلم لا تعدو أن تكون تأكيدا لصحة الحس العام أو تفنيدا له.

هناك عدد من العوامل وراء الصعوبات التي حالت دون اتفاق الفلاسفة على تعريف محدد للعلم، وتتمثل إحدى هذه الصعوبات في كون العلم نشاطا فكريا ومادة معرفية في وقت واحد، ومعظم الفلاسفة اليوم يركزون ـ في تعريفهم للعلم ـ على الشق الأول ممثلا فيما يجريه العلماء من استطلاعات وشروح واختبارات، بينما يركز فلاسفة آخرون على الشق الثاني فيعرفون العلم بأنه: «تنظيم المعارف وتصنيفها على أسس إيضاحية».

إن التركيز على جمع البيانات وتكديس المعلومات هو من مخلفات الأيام الأولى من عصر الثورة العلمية، عندما كان الاستقراء هو الأسلوب السائد. ولقد شاعت المفاهيم الخاطئة بين الاستقرائيين لدرجة أن أثر تكديس البيانات لم يتوقف عند فتح الباب أمام التعميمات، بل تجاوز ذلك إلى ما يمكن تسميته بالـ «توالد الذاتي للنظريات».. ولكن فلاسفة اليوم يكادون يجمعون على أن الحقائق المجردة لا تكفي وحدها لتفسير شيء، بل إنهم كثيرا ما يتجادلون حول ما إذا كان لهذه الحقائق وجود فعلي أصلا، ويتساءلون: «أوليست كل الملاحظات تنطوي على نظريات؟» وهم ـ حتى في هذا التساؤل ـ لم يأتوا بجديد، فمنذ عام ١٨٦١ كتب «تشارلز دارون» يقول: «ما أغرب أن يغيب عن البال أنه إذا كانت للمشاهدات وظيفة فلا بد من أن تكون إما تأييدا لوجهة نظر معينة أو تفنيدا لها».

ومما لا شك فيه أن معظم الكتاب في استعمالهم كلمة «معرفة» لا يعنون الحقائق وحدها، بل يقصدون أيضا تفسير هذه الحقائق. ولعل استعمال كلمة «فهم» بدلا من كلمة «معرفة» يزيل بعض اللبس الذي يشوب المعنى الحقيقي المقصود، ومن ثم يمكننا تحديد هدف العلم بأنه: «إحراز بعض التقدم في فهمنا للطبيعة»، وبعض الفلاسفة يضيفون جملة: «... عن طريق حل بعض القضايا العلمية»، كما أضاف آخرون قولهم: «إن أهداف



العلم هي: الفهم والتنبؤ والضبط»... بيد أن دور التنبؤ في كثير من فروع العلم ما زال متواضعا جدا، كما أن مسألة الـ «ضبط» هذه ليست واردة في كثير من العلوم غير التطبيقية.

سبب آخر للصعوبات التي حالت دون اتفاق الفلاسفة على تحديد مفهوم العلم هو، أن الـ «اجتهادات» التي نسميها «علما» كانت دائمة التغير عبر القرون، فمثلا علم اللاهوت الطبيعي Natural Theology ـ وهو دراسة الطبيعة ابتغاء فهم المشيئة الإلهية ـ كان يعتبر فرعا من العلم حتى أواسط القرن التاسع عشر، ونتيجة لذلك، فإن بعض معارضي «دارون» قد وجهوا إليه اللوم لأنه ضمَّن مذكرته عن أصل الأنواع عاملا غير علمي هو المصادفة، بينما تجاهل الإشارة إلى «يد الله» التي يرون بوضوح أنها هي التي صممت كل المخلوقات من أكبرها إلى أصغرها. وعلاوة على ذلك، شهد القرن العشرون انقلابا كاملا في نظرة العلماء إلى الظواهر التي تبدو عشوائية، إذ تحولت مفاهيم عن الطريقة التي تجري بها الحياة الطبيعية من الالتزام الصارم بالحتمية Determinism إلى نظرة تغلب عليها الاحتمالية Probabilism.

ولنضرب مثلا آخر على كيفية التغير التدريجي للعلم: فالاتجاه التجريبي القوي الذي اتسم به المنهج العلمي في عصر الثورة العلمية، أدى إلى زيادة التركيز على اكتشاف الجديد من الحقائق، بينما قل الالتفات إلى الدور المهم الذي يؤديه تنامي المفاهيم الجديدة في تقدم العلوم ـ وهذا أمر شديد الغرابة ـ فبعض القضايا كالتنافس والأصل المشترك والإقليمية لها اليوم في مجال البيولوجيا أهمية لا تقل عن أهمية الاكتشافات والقوانين في مجال العلوم الفيزيائية، ومع ذلك ـ ويا للغرابة مرة ثانية ـ فقد استمر تجاهل أهمية هذه القضايا حتى وقت قريب جدا، وقد انعكس هذا الإهمال على معايير الأهلية لجوائز نوبل (على فرض تخصيص إحداها للبيولوجيا)، وبناء على ذلك كان من الممكن ألا يمنح «دارون» هذه الجائزة على نظريته في الانتخاب الطبيعي لمجرد أنها ليست اكتشافا بالمعنى الحرفي (على الرغم من أن إخراجها إلى الوجود هو بلا شك أعظم إنجاز علمي في القرن العشرين)، وحتى يومنا هذا، فإن هذا الانحياز إلى الاكتشافات على حساب الأفكار والمفاهيم ما زال قائما، وإن أصبح أقل مما كان عليه في زمن «دارون».

لا أحد يدري ما يخبئه المستقبل من تغيرات أخرى في الصورة التي رسمناها للعلم، وأفضل ما يمكن عمله تحت الظروف السائدة، هو رسم الحدود العامة لصورة العلم السائدة في زماننا ونحن نودع القرن العشرين.

### أصول العلم الحديث

بدأ العلم الحديث مواكبا للثورة العلمية على شكل إنجازات في مجال الفكر الإنساني، اقترنت بأسماء «كوبرنيكوس» و«جاليليو» و«كبلر» و«نيوتن» و«ديكارت» و«ليبنز Leibniz»، وفي ذاك الوقت أرسيت للمنهج العلمي عدة قواعد ما زال معظمها قائما كسمات مميزة للعلم. إن ما يعتبر «علما» هو بالطبع مسألة رأي. فمن بعض الوجوه، كان ما يتناوله أرسطو من قضايا الحياة داخلا في الإطار البيولوجي أيضا، ولكن كانت تنقصه الصرامة المنهجية التي اتسم بها البيولوجي في الفترة ما بين ١٨٣٠ و١٨٦٠.

إن روافد المعرفة التي انبثق منها المفهوم السائد للعلم في عصر الثورة العلمية كانت: الفلك والرياضيات والميكانيكا... وإلى الآن لم يُحدد الدور الذي أسهم به فكر هذه المدرسة في صنع الإطار الأساسي لهذا العلم الفيزيقي، وإن كان من المؤكد أنه لعب دورا رئيسيا في تشكيل فكر «ديكارت». ولقد كانت المثل التي احتذاها هذا العلم المنطقي الجديد هي: الموضوعية، والتجريب والاستقراء، مع استبعاد مخالفات الفكر الميتافيزيقي من اجتهادات ذات طابع أسطوري لتفسير الظواهر التي يستعصي فهمها بالمنطق الفيزيقي.

لقد كان كل مؤسسي صرح الثورة العلمية مسيحيين خلصاء، فلم يكن من المستغرب أن يكون العلم الذي ابتدعوه فرعا للمسيحية، فالكون من ذلك المنظور قد خلقه الله، ومن ثم لا يمكن أن يكون قائما على الفوضى، فهو محكوم بإرادة الله (وهي جماع القوانين التي تسود كل شيء). وتفسير أي ظاهرة كان يعتبر صحيحا ما دام متوافقا مع واحد من النواميس الإلهية. وهكذا يصبح بالإمكان إثبات صحة كل شيء بل والتنبؤ به، فما دام الله هو الذي وضع هذه النواميس الكونية، فإن العلم المستمد منه سيكشف لنا الحقيقة المطلقة لكل شيء.

وفي حدود المسائل الميكانيكية سارت الأمور متوافقة مع هذه المُثل إلى حد معقول، فدوران الكواكب في أفلاكها حول الشمس وانحدار الكرات على الأسطح المائلة، هما من الأمور التي يمكن التنبؤ بها. وقد لا يكون من قبيل المصادفة أن الميكانيكا ـ بحكم كونها أبسط العلوم جميعا ـ كان لها السبق في إخراج مجموعة متكاملة من القوانين والمناهج الراسخة، ولكن مع تطور الفروع الأخرى من الفيزياء، تكرر اكتشاف الاستثناءات التي لا تتوافق مع قوانين الميكانيكا الحاسمة والتي كثيرا ما يصعب تطبيقها على ما نشاهده في حياتنا اليومية من ظواهر تبدو عشوائية، كبعض الاضطرابات في حركات الكتل المائية والهوائية، وهذا يقلل إمكانيات الاستفادة من قوانين الميكانيكا في عمل تنبؤات طويلة المدى في مجال علوم البحار والأرصدة الجوية.

ويتضح قصور المنهج الميكانيكي بدرجة أكبر عند تطبيقه على العلوم البيولوجية، حيث يعجز عن تفسير ظواهر مثل نشأة الحياة وتطورها، أو تعليل استحالة التنبؤ بالمستقبل. ولقد كان إخفاق المعايير الميكانيكية ذريعا في تمحيص البيولوجيا التطورية Evolutionary biology بوصفها علما.

تكشفت هذه الحقيقة بصورة خاصة عندما مَحص المنهج الميكانيكي بالتجربة التي هي الطريقة المثلى للتمحيص فيه كمذهب. وللتجربة في هذا المجال قيمتها ا لتي بلغت حد اعتبارها الوسيلة العلمية الوحيدة التي لم تفقد صلاحيتها لإجراء التمحيص... وقد انعكس هذا المفهوم عند تعريف العلوم غير التجريبية بأنها علوم وصفية، ذلك التعريف الذي التصق بعلوم الحياة لقرون عديدة بكل ما ينطوي عليه من ازدراء مهذب.

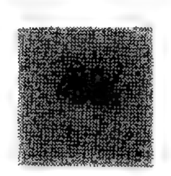
والواقع أن معارفنا الأساسية في كل العلوم مبنية على الوصف، وكلما كان العلم أحدث تحتم أن يكون أكثر وصفية ليقدم لنا أساسا واقعيا للمعرفة.. وحتى في أيامنا هذه، فإن معظم ما ينشر في مجال البيولوجيا الجزيئية إنما هو أعمال وصفية في المحل الأول. والحقيقة أن كلمة «وصفية» إنما هي تعبير عن الملاحظات، لأن كل وصف مبني على الملاحظة سواء بالعين المجردة أو بغيرها من أعضاء الحس أو بالمجاهر البسيطة أو بالتلسكوبات أو بالآلات الحديثة البالغة التعقيد، وحتى في عصر الثورة العلمية، كان دور الملاحظة في تقدم العلم أكبر من دور التجربة. والتعميمات الكونية التي أطلقها

«كوبرنيكوس» و«كبلر» و«نيوتن» كانت مبنية على المشاهدات أكثر من التجارب المعملية، بل إن النظريات القائمة اليوم في مجالات الجيولوجيا والفلك وغيرهما من العلوم الكونية كثيرا ما تتغير نتيجة لمشاهدات جديدة لا صلة لها بالتجريب إلا في أضيق الحدود.

وبتعبير آخر، يمكن القول إن ما وصفه «جاليليو» وتابعوه كان مصدره ما تمكنوا من ملاحظته من تجارب قامت بها الطبيعة، كالخسوف والزلازل والانفجارات البركانية وعوامل التعرية وغير ذلك من الظواهر الكونية. وفي مجال البيولوجيا التطورية كان التبادل الكبير في أنواع الحيوانات بين أمريكا الشمالية والجنوبية تجربة من هذا القبيل، حدثت في الحقب البليوسيني نتيجة اتصال القارتين عن طريق برزخ «بنما»، وكذلك الحال بالنسبة لإعمار الجزر البركانية وأرخبيلات جزر «هاواي» و«جالاباجوس» و«كراكاتاو»... ناهيك عما حدث في الحقب البليستوسيني من تجريد نصف الكرة الشمالي من الحيوانات نتيجة لتراكم الجليد ثم إعادة إعماره بعد انحسار الجليد. إن كثيرا من التقدم الذي تم في مجال ما يسمى «علوم المشاهدات» إنما يرجع الفضل فيه إلى نبوغ من لاحظوا واكتشفوا وسجلوا وقارنوا هذه التجارب الطبيعية، التي تمت في مجالات يتعذر فيها إجراء التجارب المعملية إن لم يكن مستحيلا.

على الرغم من أن الثورة العلمية كانت ثورة فكرية بتنحيتها الخرافات والجمود العقائدي اللذين سادا في العصر الوسيط، إلا أنها لم تتضمن ثورة ضد الانصياع للمسيحية، ولقد كان لهذا الانحياز الأيديولوجي عواقب غير حميدة في مجال البيولوجيا، فالإجابة عن أهم القضايا الأساسية في دراسة الكائنات المتعضية الحية تتوقف على مدى تمسحنا بالقدرة الخفية وراء خلق الكون، وخصوصا فيما يتعلق بالمنشأ (وهو بؤرة اهتمام الإبداعيين، Creationists) وبالخطط والأهداف (بؤرة اهتمام اللاهوتيين الطبيعيين)، فالتسليم بفكرة أن الكون ليس به إلا المادة والحركة إنما هو أمر مناسب للعلوم الفيزيائية، ولكنه ـ في رأيي ـ كان ضد تقدم البيولوجيا كعلم.

ونتيجة لذلك ظلت البيولوجيا ـ كعلم ـ في حالة «سبات» حتى نهاية القرن التاسع عشر وعلى الرغم من تجمع قدر كبير من الحقائق في مجالات التاريخ الطبيعي والتشريح والفسيولوجيا (علم وظائف الأعضاء) في أثناء القرنين



السابع عشر والثامن عشر، إلا أن عالم الحياة في ذلك الوقت كان يعتبر منتميا إلى مملكة الطب، وهذا كان بالفعل صحيحا بالنسبة للتشريح والفسيولوجيا، بل ولعلم النبات الذي كان معظمه تعريفا بالنباتات ذات الفائدة العلاجية. أما بالنسبة للتاريخ الطبيعي، فمن المؤكد أن دراسته آنذاك كانت تمارس كهواية أو توظف لخدمة علم اللاهوت. صحيح أن بعض ما توصل إليه الدارسون في تلك المجالات كان ذا قيمة عالية كمادة علمية، ولكنه لم يضف جديدا إلى فلسفة العلم، لأنه لم يكن معترفا به كعلوم آنذاك.

إن اعتبار الميكانيكا المقياس الحقيقي للعلم قد أدى في النهاية إلى الاعتقاد بأن الكائنات المتعضية لا تختلف بحال عن المادة الخاملة، وكان منطقيا أن يترتب على ذلك إحالة البيولوجيا، برمتها إلى قوانين الكيمياء والفيزياء، ولكن حان الوقت الذي تطورت فيه البيولوجيا، مما جعل هذا الوضع غير صالح للبقاء (انظر الفصل الأول) .. ثم كان سقوط الآلية والحياتية، وتلا ذلك في القرن العشرين قبول فكرة العضوانية... فكان لكل ذلك أثره العميق على وضع البيولوجيا بين العلوم، وهو أثر لم ينل الرضا الكامل من كثير من فلاسفة العلم.

### هل البيولوجيا علم قائم بذاته؟

بعد منتصف القرن العشرين أمكن تمييز ثلاث وجهات نظر شديدة الاختلاف حول وضع البيولوجيا بين العلوم. ففي أقصى اليمين، كان هناك رأي بوجوب استبعاده تماما عن دائرة العلم، لأنه يفتقر إلى القابلية للتقنين والقياس الكمي الدقيق التي هي سمات العلم الحقيقي (والمقصود علم الفيزياء)؛ وفي أقصى الجانب الآخر رأي بأن للبيولوجيا كل مقومات العلم الحقيقي التي تجعله مكافئا للفيزياء، وإن كان يختلف عنها في جوانب مهمة، مما يستدعي منحه مرتبة العلم القائم بذاته. وفيما بين هذين وجهة نظر تعتبر البيولوجيا علما فرعيا لأن جميع معطياته يمكن - في نهاية الأمر - إحالتها إلى قوانين الفيزياء والكيمياء.

إن السؤال: «هل البيولوجيا علم قائم بذاته» من الممكن إعادة صياغته في جملتين: الأولى هي «هل البيولوجيا - كالفيزياء والكيمياء - علم؟»؛ والجملة الثانية هي: «هل علم البيولوجيا مناظر تماما لهذين العلمين؟» وللإجابة عن

السؤال الأول يمكننا الرجوع إلى المعايير الثمانية التي وضعها «جون مور John Moorr» (١٩٩٣) كمسوغات للاعتراف بأي نشاط فكري كعلم، وهي:

١ ـ أن يكون أساسه بيانات ميدانية أو معملية كانت حصيلة مشاهدة أو تجربة.

٢ ـ أن يستهدف جمع البيانات الإجابة عن أسئلة، وأن تستهدف المشاهدات إزالة الشك.

٣ ـ الالتزام بالموضوعية في المنهج والوسائل.

٤ ـ تمشي الفروض مع المشاهدات، وانسجامها مع فكرة البحث.

٥ ـ صلاحية جميع الفروض والاحتمالات، وتمحيص المتداخل منها بالمقارنة والمفاضلة.

٦ ـ صلاحية التعميمات للتطبيق على كل الموضوعات المتداخلة في نطاق العلم محل الدراسة، وأن تكون الظواهر الشاذة قابلة للتفسير من دون تبريرات غيبية.

٧ ـ عدم التسليم بأي اكتشاف كحقيقة إلا بعد تأكيده من عدة مصادر خارجية.

٨ ـ القدرة على تقديم حلول للمشاكل المحيرة، وإحلال نظريات صحيحية محل نظريات معيبة أو ناقصة. مما يؤدي إلى التحسين المتنامي للمعرفة.

بناء على هذه المعايير يغلب الرأي القائل بوجوب الاعتراف بالبيولوجيا كعلم مثل الفيزياء والكيمياء. ولكن: هل هو حقا علم «محلي» وبالتالي فهو أدنى مرتبة من العلوم الفيزيائية؟.. إن استعمال كلمة «محلي» في وصف البيولوجيا كان يقصد بها أنه يتناول موضوعات نوعية محدودة لا تستخلص منها قوانين كونية كقوانين الفيزياء التي كان يقال إنها غير محدودة بزمان ولا مكان، وإنها قابلة للتطبيق على مجرة أندروميد(*) قابليتها للتطبيق على الأرض، بينما ينحصر مجال البيولوجيا في دراسة الحياة التي نعرف أنها لم توجد على الأرض إلا لمدة ٣.٨ بلايين سنة من البلايين العشرة التي انقضت منذ حدوث الانفجار الكبير Big Bang الذي يعتقد أنه أدى إلى ظهور كوكب الأرض.

هذه المجادلات حول «محلية» البيولوجيا كعلم قد فندها في عام ١٩٧٥ «رونالد منسن Ronald Munson» الذي أوضح عدم محدودية الأسس التي تقوم عليها الدراسات البيولوجية، وما تتمخض عنه من نظريات وقوانين

(*) أندروميدا Andromeda: اسم جارية حبشية تروي الأساطير اليونانية أن الآلهة غضبت عليها فعاقبتها بالقيد في السلاسل. وأطلق الفلكيون اسمها على هذه المجرة التي تشبه في شكلها امرأة مقيدة (المترجم).

رئيسية: وفي رأيه أن الظواهر الفريدة التي تزخر بها الحياة - مجال الدراسة البيولوجية صالحة - بالرغم من خصوصيتها - لاستنباط كل التعميمات التي لها قوة القوانين: ومن أمثلتها قوانين حركة التيارات المائية في المحيطات على الرغم من أنها مستنبطة من مشاهدات على عدد قليل من المحيطات التي لكل منها طريقته الفريدة في حركة التيارات .. أما بالنسبة لقوله إن انحصار وجود الحياة في حدود كوكبنا الأرضي يقتضي حرمان الأسس البيولوجية من كل عالميتها، فنحن نتساءل: ما معنى كلمة «عالمي»؟ .. من المعروف أن المادة غير الحية موجودة خارج كوكب الأرض، وبالتالي، فإن أي علم يختص بدراسة المادة غير الحية يجب أن يكون صالحا للتطبيق خارج كوكب الأرض ليصبح عالميا، وهذا صحيح وقائم بالنسبة للعلوم الفيزيائية: وقياسا على ذلك، فإن القوانين البيولوجية تتوافر فيها صفة العالمية لمجرد صلاحيتها للتطبيق على الأرض وحدها مادمنا لا نعرف - حتى الآن - للحياة وجودا خارج الأرض .. إنني لا أرى سببا وجيها واحدا لنفي صفة العالمية عن علم البيولوجيا الذي تأكدنا من سريان قوانينه على الموجودات في دائرة اختصاصه بأكملها.

والأكثر من ذلك شيوعا هو أن وصف البيولوجيا بأنه علم «محلي» إنما يقصد به دونيته بالنسبة للفيزيقا والكيمياء، وأن كل معطياته يمكن إخضاعها في النهاية للنظريات الفيزيائية والكيميائية: وعلى النقيض من هذا الادعاء فإن أي مؤيد لاستقلالية البيولوجيا كعلم سيدافع عنه بأن كثيرا من مقومات الحياة في الكائنات المتعضية لا يمكن إخضاعها للقوانين الفيزيوكيمائية .. وعلاوة على ذلك، فإن كثيرا من جوانب عالم الطبيعة التي يدرسها المشتغلون بعلم الفيزياء ليست لها صلة وثيقة بدراسة الحياة أو علم الحياة (بل ولا بأي علم آخر خارج مجال الفيزياء). ومن هذا المنطلق تصبح الفيزياء علما «محليا» مثل البيولوجيا سواء بسواء .. وإذن فليس هناك ما يبرر اعتبار الفيزياء مثالا نموذجيا للعلم كما ينبغي أن يكون، لمجرد أنها كانت أسبق العلوم إلى استيفاء مقومات العلم: فهذه الحقيقة التاريخية لا تجعلها أكثر «عالمية» من الأخير الأصغر وهو البيولوجيا .. إن وحدة المعرفة لا يمكن أن تتحقق إلا بعد القبول بأن العلم يشمل عددا من القطاعات المنفصلة التي منها الفيزياء، ومنها البيولوجيا أي أن كليهما علم «محلي»، وإذن فليس من الإنصاف أن نحاول تطويع أحدهما للآخر.

في أواخر القرن التاسع وأوائل العشرين كان كثير من أنصار حركة وحدة العلم ـ إن لم يكن معظمهم ـ فلاسفة أكثر من كونهم علميين، وكانوا قليلي الانتباه إلى كثرة فروع العلوم وتنوعها إلى درجة «عدم التجانس» .. وهذا ينطبق على العلوم الفيزيائية التي من بين فروعها: فيزيقا الجوامد، وميكانيكا الكم، والنسبية والكهرومغنطيسية وغيرها (ناهيك عن الفيزياء الفلكية، والجيولوجيا وفيزيقا علوم البحار أو الأوقيانوغرافيا)... وهذا ينطبق أيضا ـ وربما بدرجة أكبر ـ على علوم الحياة بفروعها العديدة... ومن المستحيل على الراغبين في تحقيق الوحدة العلمية إدماج كل هذه المجالات في قطاع عام واحد، وقد تكرر توضيح ذلك في أثناء الأعوام السبعين الأخيرة.

وعودا على بدء، نؤكد أن البيولوجيا علم (شأنه شأن الفيزياء والكيمياء)، ولكنه ليس شبيها بأي منهما، بل إنه من الأنسب أن نعترف بأنه علم لا يقل استقلالية عن أي منهما، ومع ذلك فليس في مقدور أحد أن يتحدث عن العلم الموحد ما لم تكن بين كل العلوم ملامح مشتركة بين البيولوجيا والعلوم الأخرى: لا من من حيث المنهاج وحسب، بل أيضا من حيث الأسس والمفاهيم... فهذه الملامح المشتركة هي التي ستحدد ما هية العلم الموحد.

## مجالات اهتمام العلم

لقد قيل إن الحقيقة هي ضالة رجل العلم .. ولكن كثيرا ممن ليسوا علميين يزعمون أنهم يبحثون عن الحقيقة؛ فالكون بكل ما فيه هو أيضا مجال اهتمام رجال الدين والساسة والشعراء والفلاسفة .. فكيف إذن يمكن وضع الحدود الفاصلة بين مجالات اهتمام كل هؤلاء واهتمام رجل العلم؟

## كيف يختلف العلم عن اللاهوت؟

ربما كانت التفرقة بين العلم واللاهوت هي الأسهل، لأن العلماء لا يلجأون إلى الغيبيات في شرح كيفية دوران دولاب العمل في العالم الطبيعي، كما أنهم لا يعتمدون في فهمهم إياها على التكهنات؛ وعندما حاول الأوائل تفسير الظواهر الطبيعية ـ وبخاصة الكوارث ـ لجأوا بلا استثناء إلى ما وراء الطبيعة من كائنات وقوى خفية .. بل إن الكهانة ـ حتى في أيامنا

هذه ـ ما زال كثير من أتقياء المسيحيين يعتبرونها لاتقل عن العلم شرعية كمصدر للحقائق، وهذا هو ما لمسته بين كل العلماء المعروفين لي شخصيا الذين عرفت عنهم صلاح العقيدة في أحسن صورة.

هناك سمة أخرى تميز العلم عن اللاهوت هي الانفتاح، فالديانات تتميز بالحرمة التي تكفل لها الحصانة ضد الاجتهاد. والاختلاف حول تأويل كلمة واحدة في أي كتاب سماوي قد يؤدي إلى نشوء ديانة جديدة، ولكن الوضع مختلف جوهريا في أي مجال علمي، حيث توجد شروح مختلفة تقريبا لكل نظرية. ففي العلم تكون الاجتهادات دائمة التجدد، والاختلاف في الرأي هو السمة الغالبة في كل زمان، وبالتأكيد، فإن العلم يتقدم وفقا لآلية داروينية من التنوع والانتقاء في تكوين الفرضيات وفحصها. (انظر الفصل الخامس).

وعلى الرغم من انفتاح العلم لاستيعاب الجديد من الحقائق والفروض، فمن الواجب القول بأن معظم العلماء يشبهون رجال الدين في طريقة تناولهم العالم الطبيعي بالدراسة، إذ يفترضون ما يظنون أن من الواجب التسليم به من دون دليل، كافتراضهم وجود عالم آخر فوق مستوى إدراك مفاهيم الشر، وهذا هو ما يمكن تسميته «مبدأ الغائية Objectivity ـ وهي عكس الموضوعية Subjectivity (انظر الفصل الثالث). صحيح أن سريان هذا المبدأ بين كل البشر أمر غير وارد، ولكن يكفي أن معظم العلماء يؤمنون بمثل هذه الافتراضات التي لا يقوم عليها أي دليل.

والنقطة الثانية هي أن رجال العلم يفترضون أن الكون ليس قائما على الفوضى، ولكن على أسس محددة تخضع في معظم جوانبها ـ إن لم تكن كلها ـ لوسائل البحث وفي مقدمتها الاختبارات التي يجب تكرارها لتمحيص كل ما يستجد من حقائق أو تفسيرات، وحبذا أن يجريها باحثون مختلفون وبوسائل مختلفة (انظر الفصلين الثالث والرابع). وكل تأكيد لأي من هذه المستجدات سيقوي احتمالات صحتها، كما أن كل تفنيد لها من شأنه تدعيم وجهة النظر المضادة. وهذا الانفتاح لقبول التحديات هو إحدى السمات المميزة للعلم، كما أن الاستعداد لتنحية أي اعتقاد شائع عند ظهور ما هوأفضل منه هو من أهم الفروق بين منهج العلم والجمود العقائدي.

إن المنهج العلمي لاختبار المصداقية يختلف تبعا لما إذا كان المطلوب إثبات حقيقة أو مجرد اختبار صحة نظرية؛ ففي أوائل القرن الخامس عشر أشيع وجود قارة مجهولة بين أوروبا وأمريكا أسموها «أطلانطيس» Atlantis، ولكن لم يعثر المستكشفون عليها من خلال محاولاتهم القليلة لعبور المحيط الأطلسي في أواخر القرن الخامس عشر وأوائل السادس عشر. وعندئذ أصبح وجود هذه القارة موضع شك، ولكن بعد عمليات المسح الأوقيانوغرافي الكامل للمحيط ـ مؤيدا بالصور التي التقطتها الأقمار الصناعية في القرن العشرين ـ قام الدليل على أن مثل هذه القارة لا وجود لها في العلم. غالبا ما يمكننا إثبات الصحة المطلقة لواقعة ما، لكن إثبات الصحة المطلقة لتفسير ما أو لنظرية ما هو أصعب، وعادة ما يستغرق وقتا أطول لقبوله، فنظرية التطور عن طريق الانتخاب الطبيعي لم يعترف العلماء بصحتها إلا بعد مضي أكثر من قرن على إعلانها؛ ومع هذا ما زالت موضع شك في الدوائر الدينية.

ونقطة الخلاف الثالثة بين العلم واللاهوت هي أن معظم العلماء يفترضون وجود استمرارية تاريخية وسببية بين جميع الظواهر في الكون المادي، ولا يتجاوزون حدود العالم المادي في دراساتهم التي يتناولون بها كل ما هو موجود أو حادث في هذا الكون، وصحيح أن رجال اللاهوت قد يعنيهم أيضا عالم الطبيعة، إلا أنهم، بالإضافة إلى ذلك، يعتقدون بوجود عالم ميتافيزيقي متعال تسكنه الأرواح والملائكة. هذا العالم أو النيرفانا، كما يسمونه، يقع خارج نطاق العلم.

### كيف يختلف العلم عن الفلسفة؟

إن الفصل بين العلم والفلسفة أصعب منه ما بين العلم واللاهوت. وقد أدى ذلك إلى استمرار التوتر بين العلماء والفلاسفة معظم القرن التاسع عشر، وقبل ذلك ظل العلم والفلسفة نشاطا فكريا واحدا، ثم بدأ الفصل بينهما في عصر الثورة العلمية، وإن كان أكثر من أسهموا في التقدم العلمي فلاسفة أيضا، وكان آخرهم: كانت و«وي ول» William Whewell وهرشل William Herschel. ثم جاء بعد هؤلاء مؤلفون بدأوا علماء ثم تحولوا إلى الفلسفة، ومنهم «إرنست ماخ» Ernst Mach و«هانز دريش» Hans Driesch.

فهل يا ترى لا يوجد أي فاصل إطلاقا بين العلم والفلسفة؟.. إن المهمة الأولى للعلم هي بالتأكيد استكشاف الحقائق، وهذا ما يميزه عن الفلسفة .. أما فيما عداه فالمجال واسع للتداخل بينهما، فمعظم العلماء يعتبرون أن مهمتهم وضع الأسس والنظريات ورسم أطر العمل في الحقل العلمي، وصحيح أن توافر هذه الأركان هو ما يصنع العالم الحقيقي؛ ولكن كثيرا من فلاسفة العلم يرون أن بعض هذه الأنشطة الفكرية يقع في دائرة الفلسفة، ومع ذلك اضطلع بها العلماء في العقود الحديثة، بينما اشتغل نفر من الفلاسفة بدراسة بعض المفاهيم الأساسية التي أرساها البيولوجيون، ولا ندري إن كان هذا من سوء الحظ أم من حسنه.

ولكي يغير فلاسفة العلم مجال عملهم الرئيسي السابق عمدوا إلى التخصص في إلقاء الضوء على الأسس التي قامت عليها النظريات والمفاهيم العلمية: فاشتغلوا بتشخيص الطرق التي يتبعها العلماء في الإجابة عن الأسئلة الثلاثة التقليدية: «ماذا» و «كيف؟» و «لماذا؟» وبذلك أصبح المجال الرئيسي للفلسفة فيما يتعلق بالعلم هو فحص «منطق التبرير» The Logic of justification ومنهج التفسير (انظر الفصل الثالث)، ولهذا النمط من الفلسفة مساوئه التي من أخطرها: الانسياق وراء المغالطات المنطقية والمراوغات اللغوية؛ ولكن له أيضا محاسنه التي من أفضلها أنه اضطر العلماء إلى الانضباط والالتزام.

وعلى الرغم من أن فلاسفة العلم كثيرا ما يقررون أن ما يقدمونه من قواعد ليست توجيهات بقدر ما هي رسم لمنهج العمل: إلا أن كثيرا منهم - فيما يبدو - يعتبر مهمتهم هي تحديد ما ينبغي أن يفعله العلماء؛ وفي العادة لا يعير العلماء نصائح الفلاسفة أي اهتمام، وإنما يختار كل منهم الأسلوب الذي يراه مناسبا لتناول المشكلة، والذي يؤدي إلى أسرع النتائج؛ وهي أساليب تختلف باختلاف الأحوال.

ولربما كانت أكبر سقطة لفلسفة العلم منذ نشأتها حتى وقت قريب، هي اتخاذ الفيزياء أنموذجا للعلم، ونتيجة لذلك، أصبح ما يسمى «فلسفة العلم» مجرد فلسفة للعلوم الفيزيائية، وقد تغير هذا الوضع بفضل الجيل اللاحق من شباب الفلاسفة الذين تخصص أكثرهم في فلسفة البيولوجيا، وفي أيامنا هذه يوجد ارتباط وثيق بين الفلسفة وعلوم الحياة، وهذا واضح في المقالات

الكثيرة المنشورة في مجلة «البيولوجيا والفلسفة»؛ والحقيقة أن جهود هؤلاء الفلاسفة الشبان قد جعلت لمناهج العلوم البيولوجية أهميتها كمكونات لفلسفة العلم.

وهذا الارتباط المشار اليه هو أقصى ما يرام من تطور للفلسفة والبيولوجيا، إذ ينبغي لكل مشتغل بالعلم أن يستهدف توسيع آفاق نظرته إلى الطبيعة بحيث تصبح معطياته إضافة إلى فلسفة العلم، وهذا ما لم يكن باستطاعة البيولوجيين تحقيقه أيام كانت فلسفة العلوم محصورة في دائرة الفيزياء، ولكن هذا الوضع قد زال لحسن الحظ.

إن تكامل شخصية البيولوجيا كعلم قد أحدث تعديلات في كثير من القضايا التي كانت فلسفة العلوم تسلم بها؛ وكما سنرى في الفصلين الثالث والرابع، فإن الاعتراف بدور الفكر والحس العام والخاص في تقنين العلم كان له أثر خطير في تطور فلسفة العلم، ومع هذا الوضع الجديد، أصبحت صلاحية الافتراضات النمطية موضع شك، كما فقد اليقين التام شيئا فشيئا أهميته كهدف لفلاسفة العلم بعد أن كان ضالتهم المنشودة في أعقاب عصر «ديكارت».

### كيف يختلف العلم عن الإنسانيات؟

إذا رمنا وضع حدود فاصلة بين العلم والإنسانيات، فعلينا أولا أن ننتبه إلى التباين الكبير بن فروع كل من هذين المجالين كي لا نقع فيما وقع فيه من سبقونا من الكتاب عندما تجاهلوا ظاهرة «اللاتجانس» هذه، فأدى ذلك إلى كثير من المفاهيم الخاطئة .. ولكي نوضح حجم التداخل بين هذين المجالين، يكفي أن ننبه إلى أن بين الفيزياء والبيولوجيا التطورية (وكلاهما من العلوم) فروقا أكثر مما بين البيولوجيا التطورية (التي هي أحد فروع العلم) وبين التاريخ (الذي هو أحد فروع الإنسانيات).

في عام ١٩٥٩ أصدر «ستو» C.P. Somw كتابه الشهير: «ثقافتان»، وكغيره من كتّاب تلك الحقبة افترض ببساطة أن الفيزياء يمكن أن تقوم مقام العلم بأكمله. إن الفجوة بين الفيزياء والإنسانيات، كما أشار إليها على نحو صحيح، هي بالفعل غير قابلة للردم؛ فببساطة لا يوجد ممر يؤدي من الفيزياء إلى

علم الأخلاق أو غيره من اهتمامات المشتغلين بالإنسانيات، مما ساعد في خلق جدار العزلة بين كلا المجالين، ولكن الأمر يختلف بالنسبة لعلوم الحياة التي تتضمن فروعا كثيرة وثيقة الصلة بالإنسانيات.

وبالمثل: عندما قام أحد المشتغلين بالإنسانيات وهو «كار» E.M. Carr عام ١٩٦١ بمقارنة بين التاريخ وما أسماه إجمالا بالـ «علوم»، وجد بينهما خمسة أوجه للخلاف هي على حد قوله:

١ ـ أن اهتمام التاريخ ينحصر كلية في القضايا الفريدة في نوعها بينما العلم يهتم بالقضايا الشمولية. ٢ ـ أن التاريخ لا يعلمنا دروسا. ٣ ـ التاريخ ـ بخلاف العلم ـ لا يمنحنا القدرة على الاستنباط. ٤ ـ التاريخ بالضرورة ذاتي، بينما العلم موضوعي. ٥ ـ التاريخ، بخلاف العلم، يتناول قضايا الدين والأخلاق.

والأمر الذي أخفق «كار» في ملاحظاته هو أن ما ذكره لا صحة له إلا عند مقارنة التاريخ بالفيزياء (وعلى أحسن الفروض بالبيولوجيا الوظيفية)، وإن كان ما جاء في البنود ١ و٣ و٤ لا يعتبر فروقا بين التاريخ والعلم، إذ إنها جميعا تنطبق على البيولوجيا التطورية انطباقها على التاريخ، وعلاوة على ذلك، فإن ما ورد في البند رقم ٢ ـ على سبيل المثال ـ لا ينطبق تماما حتى على التاريخ باعتراف «كار» نفسه .. وبتعبير آخر نقول إنه بمجرد إلحاق البيولوجيا بنطاق العلم، فإن الحد الفاصل بين العلوم والـ «لا علوم» لم يعد له وجود.

إن «الجفوة» بين العلم والإنسانيات كثيرا ما يتسبب فيها إخفاق العلماء في تقدير العنصر الإنساني وهم يجرون أبحاثهم .. ولكن اللوم لا يقع بالكامل على أكتافهم، فالمشتغلون بالإنسانيات أيضا لم يوفقوا في اكتساب الإلمام الكافي بالمنجزات العلمية في مجالات لا غنى لهم عنها مثل: البيولوجيا التطورية، والتطور البشري وعلم السلوك؛ وهذا النقص واضح بصورة مخجلة في كتابات نفر من المشتغلين بالإنسانيات، الذين يعتذرون عنه بعدم أهليتهم لاستيعاب الرياضيات (مع ضآلة القدر المطلوب منها لمتابعة فروع البيولوجيا التي يتحتم عليهم التآلف معها إلى أقصى حد)، فمن الضروري مثلا اعتبار فهم «البيولوجيا البشرية» جزءا لا يتجزأ من الدراسات الإنسانية، بل إن علم النفس ـ الذي كان من

العلوم الإنسانية ـ أصبح الآن فرعا من العلوم البيولوجية؛ وأخيرا: كيف يستطيع أحد أن يكتب في الإنسانيات من دون أن يتوافر لديه الإلمام الكافي بعلم السلوك البشري؟.

لقد أبرز «سنو» ما يشيع بين معظم الناس من جهل محزن حتى بأبسط حقائق العلم، وهذا يظهر في أعمال كتاب الإنسانيات التي تكشف عن أن أحدا منهم لا يفهم إطلاقا كيف يتم الانتخاب الطبيعي، إذ يظنون كغيرهم أنه يقع بالمصادفة، والحقيقة أنه يتم عبر الأجيال نتيجة لتغيرات تعتري الكائنات الحية يمكن تسميتها بالتغيرات التطورية، بعد انقراض الأفراد ذوات الصفات غير الملائمة للبيئة، وبقاء الأفراد ذوات الصفات الملائمة؛ وبتوالي هاتين العمليتين عبر الأجيال يزداد تركيز الصفات الملائمة حتى يأتي جيل تصبح فيه لازمة للنوع بعد أن تحل كلية محل الصفات غير الملائمة. وهذا هو المعنى العلمي لعبارة «إن التطور يتم نتيجة للانتخاب الطبيعي»؛ حقا إن المصادفة تلعب دورا في عملية التطور، وهذا ما كان دارون نفسه يدركه جيدا، ولكن الانتخاب الطبيعي ليس عملية طارئة أو حدثا عشوائيا.

إن الجهل بالمنجزات العلمية يصبح أشد خطورة عندما يواجه المعنيون بالإنسانيات بعض المشكلات ذات الطابع السياسي أو الاجتماعي: كزيادة الكثافة السكانية، وانتشار الأمراض المعدية، ونضوب الموارد، والتقلبات الجوية، وتخريب البيئة الطبيعية، وشيوع السلوك الإجرامي، وإخفاق السياسة التربوية .. إذ لا يمكن معالجة أي من هذه المشاكل بطريقة مرضية من دون الاستعانة بالمنجزات العلمية وبخاصة في المجال البيولوجي؛ ومع ذلك فما أكثر ما يتمادى السياسيون في تجاهل هذه الحقيقة.

### أهداف البحث العلمي

كثيرا ما يتردد سؤال: «لماذا نشتغل بالعلم؟» أو «لأي شيء يصلح العلم؟» ولهذا السؤال إجابتان بينهما بعض الاختلاف، فالسبب الأساسي للاشتغال بالعلم هو حب الاستطلاع والرغبة في فهم العالم الذي نعيش فيه فهما أفضل. إذ إنه لا شيء من النظريات الفلسفية أو الفكرية البحتة يمكن أن يعدل، على المدى البعيد، ما يحققه لنا العلم في هذا المجال.

إن تحقيق المزيد من هذا الفهم للعالم هو بالنسبة لكل مشتغل بالعلم مصدر لرضا عظيم، إنه بالتأكيد مناسبة للبهجة العارمة، ولقد ينصرف الفكر إلى أن المقصود هو الاكتشاف الذي قد يلعب الحظ دورا في إنجازه، ولكن ما أعنيه شيء آخر تكون فيه البهجة أكبر مما يحققه أي اكتشاف: ذلك هو النجاح في التغلب على صعوبة كانت تعترض سبيل الوصول إلى مفهوم جدي من شأنه أن يحقق التكامل بين مجموعة من الحقائق المبعثرة، أو يكون أساسا أفضل للنظريات العلمية؛ وطبيعي أن يكون دوام هذا الابتهاج ضرورة تخفف من رتابة عملية جمع البيانات، وتعين الباحث على مواجهة خيبة الأمل والارتباك والإحباط التي تجرها عليه النظريات العلمية الفاسدة.

هدف آخر هو: استخدام العلم للتحكم في العالم وما فيه من قوى وموارد، وهذا الهدف ـ المختلف كلية عما سبقه ـ ينشده بشكل خاص المشتغلون بالعلوم التطبيقية (كالطب والزراعة) والمهندسون والساسة والعامة، وإن كان البعض ـ عند مواجهة بعض المشاكل كالمجاعات والتلوث والانفجارات السكانية ـ ينسون أن معالجة الأعراض لا تكفي (كما لا ينفع الأسبيرين في الشفاء من الملاريا)؛ فالمرء لا يمكنه أن يحارب العلل الاجتماعية والاقتصادية من دون إزالة أسبابها، إذ إن طريقة تعاملنا مع التفرقة العنصرية والإدمان والتشرد والجريمة، ومدى نجاحنا في علاجها يتوقفان على فهمنا لجذورها البيولوجية.

ومع ما بين هذين الهدفين من فرق (فالهدف الأول ذو طابع نظري والثاني ذو طابع تطبيقي) إلا أنهما ليسا متباعدين تماما: فالعلم التطبيقي ـ وبخاصة ما تبنى عليه السياسة العامة ـ يعتمد تماما على حقائق علمية بحتة، كما أن الرغبة في تفهم بعض الظواهر الغامضة غالبا ما تكون حافزا قويا لبعض العلماء على تقصي أسرار قد تقودهم معرفتها إلى اكتشافات ذات قيمة تطبيقية.

في كلا المجالين تجرنا مناقشة الأهداف دائما إلى أسئلة مهمة مثل: «إلى أي مدى يمكن لمجتمع أن يواجه نفقات مشروع كبير كإنشاء محطة فضائية، مع ضآلة ما يمكن أن يعود عليه من نتائج؟» و «إلى أي مدى يعتبر إجراء التجارب على الثدييات عملا مشروعا؟ وهل يقودنا إجراء هذه

التجارب على أجنة الإنسان إلى ممارسات غير أخلاقية؟ وما التجارب في مجالي الطب وعلم النفس البشري التي يمكن أن تعود بالضرر على الكائنات المستخدمة لإجرائها؟».

طوال مدة سيادة العلوم الفيزيائية لم يكن لغيرها من فروع العلم أي تقدير، حتى أنه في أثناء حركة التمرد الطلابية في ستينيات القرن العشرين، قام بعض الغاضبين على هذاالوضع بترديد صيحات تنادي بسقوط هذه «التفرقة العنصرية» بين العلوم؛ ولكن بعد سطوع نجم علوم الحياة وبخاصة البيولوجيا التطورية والوراثة الجينية ـ اتضح ما لمعطيات العلم ونظرياته من أثر في القيم، ولو أن مدى قدرة العلم على خلق القيم بقي غير واضح (انظر الفصل الثاني عشر)؛ ومما يذكر أن بعض معارضي «دارون» ومنهم «آدم سدجوك» Adma Sedgwick، أدانوا الدراونية بتهمة هدم القيم الأخلاقية؛ بل حتى في أيامنا هذه ما زال بعض معتنقي مبدأ «الخلق الابداعي» Creationists يحاربون علم البيولوجيا التطورية لاقتناعهم بأنه يقوض أسس المسيحية؛ وفي أواسط القرن العشرين قامت حركة تحسين السلالات Eugenics باستخدام هندسة الجينات؛ وفي سبعينيات القرن ووجه علم بيولوجيا المجتمع بهجوم عنيف لأنه ـ فيما يبدو ـ كان يعلي شأن بعض القيم السياسية التي لا تروق معارضيه؛ كما أن معظم المبادئ السياسية والعقائدية في تلك الفترة كانت تدعم قيما ليست على وفاق مع بعض معطيات العلم.

في عام ١٩٧٠ تجرأ «بول فيرآبند» Paul Feuerabend وبعض معاصريه فقالوا «إن عالما بلا علم سيكون أمتع من العالم الذي نعيش فيه اليوم»، وهذه المقولة ـ في نظري ـ موضع شك: صحيح أن العالم بغير علم سيكون أقل ازدحاما كما سيقل فيه التلوث بما ينتج عنه من أمراض خبيثة في مقدمتها السرطان، ولكنه أيضا سترتفع فيه وفيات الأطفال، وينخفض متوسط العمر البشري إلى ٣٥ ـ ٤٠ عاما، ولن تكون فيه أي وسيلة لاتقاء حر الصيف وزمهرير الشتاء. فما أسرع ما ينسى الإنسان أفضال العلم بمجرد أن يمسه أذى من بعض آثاره الجانبية ، وما أسهل التخلص مما يسمى ظلما «شرور العلم والتكنولوجيا» بشرط أن يترجم ما يتوصل إليه العلماء إلى واقع بقوة القانون... وهذا للأسف ما زال يلقى مقاومة من الساسة وكثير ممن لهم حق التشريع.

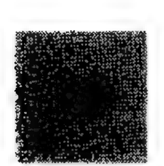
إن وجهة نظري الشخصية عما حققه العلم من إنجازات متماشية مع مقولة «كارل بوبر» إن العلم هو أعظم وأجمل إنجازات البشر، أنا أمقت ما يثور هذه الأيام من ضجيج يستهدف تشويه صورة العلم، كما أني لا أعجب بشيء قدر إعجابي بتلك النتائج الباهرة التي توصل إليها البيولوجيون وعلماء الكيمياء الحيوية، الذين تحولت اكتشافاتهم عن طريق رجال الطب إلى أدوية متاحة لكل من يعاني آلاما في جميع أنحاء أرضنا التي لم تكن تكتسب كل هذا الجمال لولا جهود العلماء».

### العلم والعلماء

كثيرا ما نسمع أن العلم يستطيع ـ أو لا يستطيع ـ صنع هذا الشيء أو ذاك؛ والمقصود بالطبع هم المشتغلون بالعلم .. ورجل العلم الأمثل يجب أولا أن يتجرد لرسالته، وأن يتمتع برهافة الحس وحسن التصرف، ويتحرى الكمال في الأمانة والسخاء والتعاون .. ولكن العلماء ـ لأنهم بشر ـ ليسوا دائما على مستوى هذه المثاليات، ولهذا فهم عرضة للتأثر بما يغزو عالمهم من الخارج من تيارات سياسية ودينية واقتصادية، وهذا أمر لا ينبغي أن يكون.

إن للعلماء تقاليدهم وقيمهم الخاصة التي قد يتعلمها الواحد منهم من زميل أعرق في المهنة يتخذه قدوة له، ومن هذه القيم: الاعتراف بالريادة لمن سبق إلى كشف معين ولو كان من المنافسين. والعالم الصالح لا يكتفي بالحرص على حقوق السبق الخاصة به وحده، وإنما هو أيضا حريص على الاعتراف بالسبق لمن ارتادوا مجال تخصصه قبله، بل والإقرار بالتبعية لهم مهما عرضه ذلك لما يزعزع مكانته.

الغش ليس احتمالا واردا في دنيا العلم لأن أي تلفيق في البيانات سيكتشف عاجلا أو آجلا، وعندئذ تحل بداية النهاية لمرتكب هذه السقطة؛ والتناقض بين القول والعمل سقطة أخرى قد تكون أكثر انتشارا، فلا يكاد يسلم منها مشتغل بالعلم حتى «تشارلز ليل» Charles Lyeel مؤلف كتاب «أساسيات علم الجيولوجيا» الذي كان له أثر واضح في فكر «دارون». فلقد بنى «ليل» نظريته الخاصة في «أصل الأنواع» على



آساس مخالف تماما لما كان ينادي به ويحث الناس على اعتناقه. وكان هذا التناقض صدمة لبعض معاصريه: بل إن «دارون» نفسه وقع في مثل التناقض مع نفسه وهو يفسر ظاهرة التكيف عن طريق الانتخاب الطبيعي .. أما «لامارك» La Mark الذي كان يجاهر بأنه «آلي» ملتزم، فإن مناقشته لفكرة استواء التكوين من خلال التغير التطوري تصدم القارئ العصري لارتباطها بمبادئ مضادة للآلية، ولم يكن بين المقربين لـ «دارون» من أكد أهمية الانتخاب الطبيعي بالقوة التي أكدها بها «والاس» A.R. Wallace ومع ذلك فعندما وصل الأمر إلى حد تطبيق هذه النظرية على الإنسان إذا به ينسحب من الساحة.

إن من عيوب ما يعلنه بعض العلماء من بينات على أنه حقائق راجع إلى تأثرهم الانطباعي بما نقلوه عمن سبقوهم، فلقد ظل عدد كبير من الباحثين يرددون ـ دون تمحيص ـ أن خلية النوع البشري تحتوي على ٤٨ كروموزوما، لمجرد أن هذا العدد الذي أعلنه من سبقوهم هو الذي رسخ أذهانهم، آما العدد الصحيح (وهو ٤٦) فلم يتأكد إلا في وقت لاحق عندما استخدمت ثلاث طرق حديثة للتقنية والفحص المجهري.

وعندما لاحظ «كارل پوبر» شيوع التناقضات بين العلماء اقترح عليهم في عام ١٩٨١ مجموعة من «آداب المهنة» أولها: حظر الوصاية على التفكير العلمي حتى إن اصدرت من مختص، والثاني هو الاعتراف باحتمال وقوع العلماء في الخطأ بشرط تحليل الأخطاء والتعلم منها بدلا من التستر عليها، والثالث هو احترام المشتغل بالعلم لحرية الآخرين في النقد والاعتراف بحقهم في تنبيهه إلى أخطائه، فذلك أدعى إلى تصحيحها من الاكتفاء بالنقد الذاتي، والرابع هو ألا يكون اهتمام المشتغل بالعلم بتنبيه الآخرين إلى أخطائهم شاغلا له عن الانتباه إلى أخطائه هو.

إن أعظم جائزة للمشتغل بالعلم هي منزلته بين أقرانه، وهي تعتمد على عوامل منها عدد ما أنجزه من اكتشافات مهمة وحجم ما أسهم به في تطوير مجال تخصصه، وهنا تثور تساؤلات: «لماذا يولي معظم العلماء كل هذا الاهتمام للأسبقية وللمنزلة بين الأفراد؟ ولماذا يحاول نفر منهم تشويه صورة منافسيهم؟ وكيف يُكافأ العالم الحق على ما حققه من

إنجازات؟ وما طبيعة العلاقة التي تربط العلماء بعضهم ببعض. أو تربطهم كمجموعة بباقي المجتمع؟ كل هذه الأسئلة سبق أن طرحها باحثو علم اجتماعيات العلوم Science Sociology وفي مقدمتهم «روبرت مرتون»، Robert Merton المؤسس الفعلي لهذا العلم، ووفقا لما أوضحه «مرتون» فإن جانبا كبيرامن العلم الحديث هو من صنع مجموعات بحثية أو تحالفات لكل منها شعارها العقائدي ولواؤها الذي يظلها. ومع تجاوزنا عن تلك الخلافات الداخلية المحدودة، فإن النصف الأخير من القرن العشرين شهد وفاقا جماعيا ملحوظا بين العلماء، هو أقوى ما انطبع في نفوس كل من هم خارج الوسط.

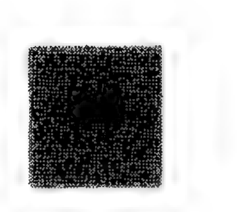
وهذا الوفاق ينعكس بصورة جيدة فيما يمكن أن نسميه «عالمية العلم»: ذلك أن الإنجليزية قد أوشكت أن تصبح لغة التفاهم بين العلماء، ففي فرنسا وألمانيا وإسكندينافيا أصبحت المجلات العلمية تنشر موضوعات بالإنجليزية؛ بل إن آي مشتغل بالعلم عندما يسافر إلى غير وطنه - حتى لو كان أمريكيا في زيارة لروسيا - أصبح لا يحس بالغربة بين زملائه من أهل البلد الذي انتقل إليه .. وفي الوقت الحالي تنشر في بعض المجلات العلمية موضوعات عديدة اشترك في تأليفها أفراد من جنسيات مختلفة على عكس ما كان شائعا منذ مائة عام عندما كان للمؤلفات العلمية طابع قومي واضح.

كل العلماء الذين حققوا إنجازات علمية مرموقة معروفون بالطموح والاجتهاد، وكثير منهم يعمل ما بين ١٥ و ١٧ ساعة يوميا (على الأقل في مرحلة معينة من مسيرتهم العلمية)، ومع ذلك فإن سيرهم الذاتية تدل على اتساع مجالات اهتماماتهم، إذا كان عدد منهم موسيقيين هواة: وفيما عدا ذلك فهم مختلفون كغيرهم من فئات البشر - فبعضهم منفتحون على المجتمع وبعضهم انطوائيون، بعضهم غزير الإنتاج، بينما يقتصر إنتاج البعض الآخر على قليل من الكتب أو النشرات العلمية .. وفي ظني أنه لا توجد قاعدة تصلح لتحديد معالم شخصية العالم النموذجي.

كان المألوف في الماضي أن يصبح الواحد بيولوجيا، إما من خلال التربية الطبية وإما من خلال حب الطبيعة منذ نشأته؛ أما الآن فأكثر ما يشد انتباه الصبي إلى علوم الحياة هو مشاهدة ما يقدمه التلفاز من أفلام

عن الطبيعة، أو زيارة متحف للتاريخ الطبيعي (وبخاصة قاعة الديناصورات) أو بفضل معلم ملهم، وهناك أيضا من يصبحون بيولوجيين محترفين من خلال عشقهم لمراقبة الطيور منذ صباهم (مثلي). والمهم في كل الأحوال هو الانبهار بعجائب المخلوقات الحية، وهو انبهار يلازم معظم البيولوجيين طوال حياتهم وخصوصا عند التوصل إلى اكتشاف علمي، فالولع بالبحث عن كل جديد من الأفكار والنظريات والكائنات الحية خاصة تتأثر إلى مدى بعيد بالظروف المحيطة بالمرء ومقدرته الذاتية .. فكونك بيولوجيا لا يحققه مجرد الحصول على وظيفة بهذاالاسم، وإنما هو في جوهره الالتزام باتباع طريقة تصلح منهاجا للحياة.





# 3 كيف يفسر العلم العالم الطبيعي؟

في بداية محاولات الإنسان تفسير العالم الطبيعي، كانت الميتافيزيقا Metaphysics (عالم ما وراء الطبيعة) - بقواها الخفية المجهولة .. هي المصدر الرئيسي لتفسير الظواهر الطبيعية الغامضة؛ وقد ظل هذا الأسلوب سمة مميزة للفكر الإنساني إلى أن جاء الإغريق فكانوا أول من فسر هذه الظواهر من خلال قوى طبيعية ملموسة. ومع بداية القرن السادس ق.م. كانت تفسيرات الإغريق مبنية على المشاهدة والاستنتاج، وإن بقي دور الميتافيزيقا ملحوظا في فكرهم... ولقد كانت هذه المحاولات هي الجذور التي نشأت منها فلسفة العلم التي تطورت بعد ذلك تدريجيا حتى أخذت الصورة التي نعرفها اليوم.

وبحلول عصر الثورة العلمية نشأ أسلوب جدي لفهم أسرار الطبيعة هو العلم؛ وهذه الأساليب الثلاثة (الميتافيزيقي والفلسفي والعلمي) لا تمثل مراحل فكرية بقدر ما هي طرق متكاملة للتعامل مع المعرفة كان ظهورها متتابعا زمنيا. واستقراء تاريخ الفكر الإنساني يدلنا على أن كثيرا من الفلاسفة (حتى «كانت»)

«مثلما امتد التفكير الميتافيزيقي إلى عصر الفلسفة زحف التفكير الفلسفي على عصر العلم».

**المؤلف**

ومعظم البيولوجيين (قبل «داروين») كانوا ميتافيزيقيين في تفكيرهم بدليل إشاراتهم الواضحة إلى «الذات الإلهية» في بعض تفسيراتهم للظواهر الطبيعية... ومثلما امتد التفكير الميتافيزيقي إلى عصر الفلسفة زحف التفكير الفلسفي على عصر العلم؛ ولكن حان الوقت الذي تحرر فيه العلم تدريجيا من سطوة الفلسفة حتى رفع الفلاسفة أيديهم عن العلم، واكتفوا بتحليل أعمال العلماء.

لا خلاف بين العلماء والفلاسفة على أن الهدف النهائي للعلم هو تطوير فهمنا للحياة؛ فالمشتغل بالعلم يثير الأسئلة حول كل مجهول وغامض ثم يحاول الإجابة عنها، وتبدأ الإجابة عادة بما يسمى «فرضا» أو «احتمالا» يفيد كتفسير استطلاعي... ولكننا غالبا نفسر ما يحيرنا في ضوء ما نعرفه أو نراه منطقيا، كأن نفترض مثلا أن خسوف القمر راجع إلى سقوط ظل الأرض عليه، وأن ما في جزر «جالاباجوس» البركانية من أنواع النبات والحيوان المماثلة لتلك الموجودة في أمريكا الجنوبية قد وصل إليها محمولا على الماء (لأننا لم نعثر على آي أثر لليابسة يصل بين القارة والجزر في أي عصر)... ولكن مجرد الوصول إلى مثل هذه التأويلات لا يكفي لأنها لا تعطينا الإجابة المؤكدة عن السؤال الأصلي، التي هي هدف المشتغل بالعلم أو بفلسفة العلم.

منذ عصر الإغريق حتى العصور الحديثة، كان الخلاف بين الفلاسفة منصبا على الكيفية التي يتم بها تفسير ما يحدث في العالم الطبيعي ثم تمحيص هذا التفسير؛ ولقد حاول عشرات الفلاسفة صياغة أسس لتطوير فهمنا للعالم بغية الوصول إلى الحقيقة، ومن هؤلاء من سبق ذكره مثل «ديكارت» و«ليبنز» و«كانت» و«خرشلي» و«وي ول» و«ماخ» و«رسل» و«بوبر»؛ ومنهم من لم يسبق ذكره مثل «لوك Locke» و«هيوم Hume» و«ميل Mill» و«جيفونز Jovons» .. ومن الغريب أن اسم «دارون» كان نادر الورود في القائمة لكونه من أعظم فلاسفة العلم؛ بل ومن الإنصاف اعتباره مؤسس فلسفة البيولوجيا الحديثة.

ترى هل كان كل هؤلاء الفلاسفة يريدون حقا مجرد توصيف مناهج العلم من وجهة نظر الفلسفة؟ أم أنهم كانوا يسعون إلى «تعليم» العلماء بإرشادهم إلى الطريقة التي يرونها صحيحة لعمل الاختبارات وصياغة التفسيرات،

وضرورية لكي تتوافر في أعمال العلماء أركان العلم الحقيقي؟ لو كان الاحتمال الثاني هو هدف الفلاسفة، فما أقل ما حققوه حتى الآن من نجاح! فأنا لا أعرف بيولوجيا واحدا تأثر، في وضع نظرياته، بأي من المعايير التي يقترحها فلاسفة العلم: فالعلماء عادة يواصلون أبحاثهم من دون انتباه إلى التفاصيل المنهجية، والاستثناء الوحيد هو «بوبر» في التزامه بأسلوب التخطئة Falsification الذي نادرا ما ظهر في أعمال البيولوجيين بالرغم من قبول بعضهم به من حيث المبدأ (انظر الفقرات اللاحقة).

لماذا استمر قلق فلاسفة العلم حتى اليوم حول مناهج العلماء في صياغة نظرياتهم واختبارها على الرغم مما حققه العلم من انتصارات منذ عصر الثورة العلمية؟ صحيح أنه كانت تسري من حين إلى آخر نظرية خاطئة (وهذا أمر طبيعي)، ولكنها سرعان ما كانت تستبعد بمجرد وجود ما هو أقرب منها إلى الصحة، وعموما فهذه حالات شديدة الندرة؛ ولقد أعلن «جيير Giere» في عام ١٩٨٨ أن موقف الفلاسفة من العلم إنما هو من مخلفات مذهب التشكيك Skepticism الذي كان يناهض الثورة العلمية.

في عصرنا هذا ما تفتأ وسائط الإعلام تقدم لنا يوميا إعلانات مثيرة عن اكتشافات جديدة تتحدى النظريات القائمة، وهذا من شأنه دفع غير العلماء إلى الاعتقاد بعدم وجود حقيقة مؤكدة حول أي شيء على الرغم مما تحمله الأيام من تأكيدات متجددة لصحة نظريات علمية كبرى يصل عمر بعضها إلى ١٥٠ عاما؛ بل إن المفاهيم الأساسية التي أرساها «دارون» في عام ١٨٥٩ حول البيولوجيا التطورية ـ على ما بها من مآخذ ـ قد استعادت قوتها على الرغم من مئات المحاولات لإسقاط الدارونية... ومثل هذا القول صحيح أيضا في مجالات بيولوجية أخرى.

ومع ذلك فمن الواجب الاعتراف بأن حواسنا غير معصومة، وطريقتنا في الاستقراء أكثر من حواسنا عرضة للخطأ، ولذا فمن المهام المشروعة للفلسفة تمحيص الطرق التي يتبعها العلماء لاكتساب المعرفة، وإرشادهم إلى أفضل الطرق لصياغة النظريات واختبارها، وهذا هو الشاغل الرئيسي لفكر العاملين في مجال فلسفة العلوم اليوم، وهو ما يسمى بنظرية المعرفة Epistemology.

### تاريخ موجز لفلسفة العلوم

من الطبيعي أن يكون ميلاد داروين نظرية المعرفة متزامنا مع الثورة العلمية، إذ كان النشاط العلمي مركزا في الفلك والمكيانيكا، ولذا كانت للمشاهدات والحسابات مكانتها الرفيعة بين وسائل المعرفة؛ وبالتالي، احتل «السير فرانسيس بيكون Sir Francis Bacon» و«ديكارت» منزلة الرسل في هذين المجالين.

وبفضل «بيكون» أصبح الاستقراء Induction هو المنهج العلمي السائد على امتداد قرنين من الزمان؛ وطبقا للفلسفة الاستقرائية يضع العالم نظرياته بمجرد تسجيل ما شاهده ووصفه .. وفي مستهل القرن الـ ١٩ - عندما شاعت هذه الفلسفة في إنجلترا - أعلن «دارون» نفسه تابعا مخلصا لـ «بيكون» بينما كان منهجه أقرب إلى أسلوب «الافتراض الاستنباطي. Hypothetico - deductive (H-D.) (انظر الفقرات القادمة). وفي وقت لاحق لم يعد «دارون» يكتم سخريته من المنهج الاستقرائي والمؤمنين به.

وفي عام ١٨٦٣ كان «لبيج Liebig من أوائل العلماء البارزين الذين تبرأوا من الاستقراء البيكوني، محاولا إقناع الآخرين بأنه لم يوجد - ولن يوجد من يستطيع أن ينتهج ما يتحدث عنه «بيكون» في كتابه المعنون «Novum Organum»؛ فالاستقراء وحده لا يمكن أن يتمخض عن نظريات جديدة. ولقد ظل «لبيج» يوجه إلى مذهب الاستقراء نقده الحاد الذي ساعد على القضاء عليه؛ ومنذ ذلك الوقت أصبح الاستقرائيون يشبهون بـ «جامعي الطوابع»؛ بل إن مناداة الواحد منهم بهذا اللقب كان تعبيرا عن الاستهانة بشأنه .. وعلى أي حال، فإن كثيرا من حملات النقد ضد هذا المذهب كانت تتجاهل حقيقة مهمة هي أن جمع البيانات كان وسيظل لا غنى عنه في أي عمل علمي، وأن الجدير بالنقد ليس جمع البيانات في حد ذاته وإنما هو كيفية استخدامها في صياغة النظريات... ففي العلوم التي تعتمد على الأحداث التاريخية في استنباط الحقائق (وفي مقدمتها التاريخ الطبيعي الذي هو فرع من البيولوجيا) ما زال المنهج العلمي المتبع حتى يومنا هذا ذا طابع استقرائي في جوهره.

وفي وقت متأخر من القرن التاسع عشر أصبح المنطق هو منهج فلسفة العلم في مجال الرياضيات والفيزيقا، وذلك تأثرا بأعمال «فريجه Frege» (١٨٨٤) وغيره من المناطقة والرياضيين؛ وكان لهذا الاتجاه أثره التنويري الواضح في مجال العلوم الفيزيقية حيث الدور الرئيسي للقوانين الكونية المصوغة حسابيا، ولكنه كان أقل ملاءمة للعلوم البيولوجية حيث تكثر الظواهر التاريخية ويسود مذهبا التعددية Pluralism والاحتمالية Probabilism؛ ولا يكاد يكون هناك وجود حقيقي للقوانين الكونية بالمعنى الحرفي للكلمة... وقد ترتب على هذا أن فلسفة العلم التي ازدهرت في ذاك الوقت كانت ثوبا مفصلا على قد العلوم الفيزيقية بوضعها القائم آنذاك .. ولكنه ـ إلى حد بعيد ـ لم يكن ملائما للبيولوجيا.

### التحقق والتفنيد: Verification & Falsification

كانت الفلسفة التي سادت حقل العلم الأنجلو ـ أميركي طويلا في القرن العشرين، هي التجريبية المنطقية Logical Empiricism التي ولدت في عشرينيات هذاالقرن، وشبت في ثلاثينياته في حضن «مدرسة فينا» التي كان عمدها أربعة من المناطقة هم: «ريشنباخ» Reichenbach و«شليك» Schlick و«كارناب» Carnap و«فايجل» Feigl ولقد بنيت التجريبية المنطقية على ثلاثة أعمدة هي: ١ ـ أعمال عدد من مناطقة القرن العشرين ورياضييه. ٢ ـ التجريبية الكلاسيكية لـ «دافيد هيوم» David Hume على النحو الذي نقلت به من خلال «مل» إلى كل من «رسل» و «ماخ». ٣ ـ العلوم الفيزيائية، خصوصا العلوم الفيزيائية الكلاسيكية على نحو ما كانت تفهم قبل نظرية النسبية ونظرية ميكانيكا الكم.

كان الأسلوب الذي أقره هؤلاء المناطقة للاقتراب من اليقين العلمي هو منهج الافتراض الاستنباطي (H.D)، كما كان التحقق عن طريق الاختبار المتكرر أفضل معيار للحكم بصلاحية النظريات. فإذا ما أيد الاختبار نظرية ما يقال إنه تم التحقق من صحة النظرية... ومنهج التحقيق له دور عظيم في تدعيم النظريات، وقد يقودنا إلى إجراء تعديلات بناءة في بعضها، ومع ذلك فلا ينبغي أن نفترض فيه القدرة المطلقة على إثبات

صحة النظريات صحة يقينية، إذ إن الطرق التي ينتهجها مطبقو منهج التحقيق قد أدت في بعض الأحيان إلى إقرار صلاحية فروض ثبت خطؤها فيما بعد..

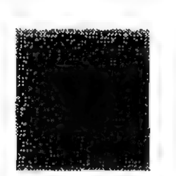
لقد اتفق «بوبر» مع المناطقة الوضعيين Logical positivists في قولهم: «إنه كلما زادت صعوبة الاختبارات المستقلة التي تنجح في اجتيازها نظرية ما كانت أقرب إلى القبول»... ولكنه أصر على أن الطريق الوحيد لاستبعاد أي نظرية خاطئة هو تفنيدها، والتفنيد ليس عملية في بساطة إثبات أن ٢ + ٢ لا يساوي ٥، ومع ذلك فهو غير مناسب لاختبار النظريات ذات الطابع الاحتمالي، وهي شائعة في علوم الحياة وبخاصة في البيولوجيا التطورية، حيث لا سبيل لتفسير بعض المشاهدات إلا بتجميع أحداث تاريخية والربط بينها، ومن ثم فإنه من الصعب جدا ـ بل من المستحيل ـ تفنيد نظرية ما لمجرد عدم صلاحيتها للاختبار، وعلى ذلك فإن القول بأن تخطئة نظرية معينة من ثغرة واحدة فيها تستوجب إسقاطها، قد يكون صحيحا بالنسبة إلى النظريات المبنية على القوانين الكونية المميزة للعلوم الفيزيقية، ولكنه كثيرا ما يكون غير صحيح في مجال البيولوجيا التطورية.

## نماذج جديدة من التفسير العلمي

بدأت الفلسفة الحديثة للعام عام ١٩٤٨ في بحث اشترك في كتابته «كارل همبل» Carl Hempe و «بول أوبنهيهم» Paull Oppenheim، ثم أعاد «همبل» نشره مزيدا ومفصلا بعد ذلك ببضعة عشر عاما .. حيث قدم نموذجا جديدا للتفسير العلمي أسماه «النموذج الاستنباطي المستند إلى المسلمات الكونية والمنطقية Deductive Nomological (D-N) Model وهو الذي عاش أزهى أيامه في ستينيات القرن العشرين.

ويعتمد هذا المنهج في التفسر العلمي على الربط بين واحد أو أكثر من القوانين الكونية الصادقة والحقائق المتوصل إليها .. وبناء على ذلك تكون النظرية العلمية صياغة لعدد من المسلمات المبنية على أساس أحد القوانين.

وفي صورته الأصلية كان النموذج الذي طرحه «همبل» نمطا شديد التحديد، ولكنه سرعان ما تعرض للتحوير ليتواءم مع القوانين الإحصائية ومذاهب الاحتمالية ... وفي كل عام كانت تظهر كتب أو أبحاث تتضمن



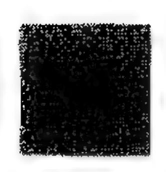
مقترحات لسد ثغرات أو إصلاح عيوب (ظاهرة أو حقيقية) في ذلك النموذج .. وبعض تلك المقترحات كانت تطرح على أنها نظريات جديدة، ولكن تمحيصها كان يكشف في نهاية الأمر عن أنها مشتقة من نموذج «همبل».

من بين ما استحدث من تعديلات على نظرية «همبل» المذكورة: ذلك النموذج الذي أيده «بياتي Beatty» وتناوله بالشرح فيما بين ١٩٨١ و ١٩٨٧ موضحا أن النظريات لا هي دائمة ولا شاملة، ومن ثم، فإن تطبيقاتها قد تصلح لأن تكون «زمكانية» وقد لا تصلح، وتتضح أهمية ذلك في ضوء حقيقة بيولوجية هي ندرة التعميمات المتحررة من قيود الـ «زمكانية»، وفي هذا تتواءم هذه النظرية الجديدة مع ظاهرتي التغير التطوري Evolutionary Change وتعدد الحلول Plural Solutions ... وهذه الخاصية هي التي دفعت «بياتي» ومن بعده «طومسون Thompson» و «لويد LIOYD» وغيرهم من الفلاسفة إلى احتضان هذه النظرية.

وعلى الرغم من أن النظرية الجديدة قد برئت من بضع نقاط الضعف في النظرية السائدة، فإن الاستفادة منها في العمل البيولوجي تعترضها عقبتان: الأولى: هي عندما يطلب أحدهم تعريفا لهذا المنهج، فإنه يحصل على عدد من التعريفات المختلفة باختلاف علماء الدلالة.

أما حجر العثرة الثاني فهو: كيف يمكن للبيولوجي أن يطبق الرأي الدلالي في عمله؟ إن كل ما يقدمه الفيلسوف هو تقييم النظريات التي يضعها رجل العلم الذي فيما يبدو لي على الأقل لا يستفيد كثيرا من هذا التقييم في وضع نظريات جديدة. وبمقاييس المذهب الجديد، لا توجد حدود واضحة لتكامل أركان النظرية العلمية، وربما كان هذا هو سبب إحساسي بضآلة ما حققه من نجاح في حقل البيولوجيا على الرغم من وضوح المزايا التي جعلته ينحي مذهب «همبل» حتى أصبح اليوم مهجورا... لقد آن لنا أن نعترف بأن تقييم أي نظرية علمية ينبغي الا يظل محكوما بتلك القواعد، التي رسمتها لنا المذاهب الفلسفية (كالاستقراء والاستنباط)، وإنما الأجدر بنا أن نتخذ من المعايير ما يتمتع بقدر من المرونة، بحيث يستوعب طبيعة النظرية المستخلصة وظروف وضعها.

إن كل واحد من المذاهب الفلسفية المختلفة التي ولدت في القرن الـ ٢٠ قد عاش أزهى أيامه لعشر سنوات أو أكثر، ثم تراجع ليفسح المجال لصيغة معدلة أو حتى لمذهب جديد تماما؛ ولقد شهد عقد الثمانينيات نشاطا خاصا



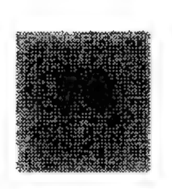
لحركة فلسفة العلم، ولكنه لم يتمخض عن أي اتفاق بين الفلاسفة على صيغة مثالية لمعايير اختبار الأعمال العلمية وتقييمها؛ ولعل هذا هو ما دفع «سالمون Salmon (١٩٨٨) إلى القول في بعض مؤلفاته: «يبدو لي أن هناك على الأقل ثلاث مدارس فكرية قوية هي مدرسة الذرائعيين Pragmatists والاستنباطيين Deductivists والآليين Mechanists، وليس من المحتمل أن يتم بينهما وفاق في المستقبل القريب».

## الاكتشاف والتبرير Discovery & Justification

معظم العلماء وفلاسفة العلم متفقون ـ فيما يبدو ـ على أن تحصيل العلم يتم على خطوتين: الأولى تتضمن اكتشاف الحقائق الجديدة وصياغة الفروض أو النظريات لشرحها، والثانية يتم فيها ما يسمى بالتبرير، وتتضمن طرق اختبار النظريات وإكسابها الصلاحية.

والطريق إلى النظرية الجديدة عند معظم الفلاسفة ـ يبدأ بوضع فرضية Hypothesis تستهدف تفسيرا أو حلا للغز ما، ثم اختبارها بدقة بالغة، غير أن المشتغل بالعلم يبدأ بوضع الفروض في مرحلة مبكرة إذ إنه في أثناء مرحلة الاستكشاف يستغرقه تسجيل الكم الهائل من الملاحظات والحقائق، فإذا ما صادفه فيها شيء غير عادي دفعه هذا الاكتشاف إلى طرح سؤال، هوالذي قد يقود ـ في وقت لاحق ـ إلى وضع أحد الفروض أو الاحتمالات.

ولا تخلو مسيرة أي عالم من عقبات تعترضه من آن إلى آخر فتحول دون فهمه لبعض ما يشاهده، ولا شيء غير الاختبار الصحيح يحقق له النجاح في تخطي هذه العقبات بحيث يتحول ما يحسبه اكتشافا علميا إلى حقيقة، وهذا هو جوهر التبرير Justification الذي أحله معظم الفلاسفة المرتبة الأولى من اهتمامهم لطواعيته للتحليل المنطقي، على خلاف الاكتشاف الذي وضعوه في المرتبة الثانية بالرغم من كونه الخطوة الأولى في مسيرة العملية، العلمية لأنهم يعتبرونه وليد المصادفة ومرتبطا بما يسمي ـ بالألمانية: «روح العصر Zeitgeist»، ومتأثرا بعوامل نفسية بل ـ وهذا هو أسوأ ما في الأمر ـ بالظروف الاجتماعية والاقتصادية السائدة.



وهنا نستشهد بمقولة الفيلسوف «بوبر» في بعض كتاباته عام ١٩٦٨ حيث يؤكد «أن التحليل المنطقي للمعرفة العلمية أمر لا علاقة له بعملية الاكتشاف بل ولا بالحقيقة العلمية أصلا، وإنما فقط باختبارات الصلاحية أي بالتعديل، وعلى العكس من ذلك، فإن تفنيد الفروض الخاطئة ـ في أعين المشتغلين بالعلم ـ عملية ضئيلة الأهمية، بينما يحظى اكتشاف حقيقة جديدة أو صياغة نظرية مستحدثة بالقدر الأكثر من اهتمامهم.

## العوامل الداخلية والخارجية في صنع النظرية

لا يوجد عالم يعيش في فراغ، بل الكل يعيش في وسط ذي خصائص ثقافية وعلمية وقيم روحية واجتماعية واقتصادية، فما أثر كل هذه العوامل في طبيعة النظريات التي يصنعها العالم؟ المؤرخون الثقافيون يعتبرون هذه النظريات أكثر تأثرا بما يسمى العوامل الداخلية، أي التي تنبع من داخل دائرة النشاط العلمي... وعلى العكس من ذلك، يرى المؤرخون الاجتماعيون أن هذا الأثر يرجع إلى ما يسمى بالعوامل الخارجية أي التي تنبع من الوسط الاجتماعي والاقتصادي، بالإجمال كانت وجهة نظر الاجتماعيين أبعد عن التوفيق، ويتضح هذا من حقيقة أن «ألفريد رسل ولاس Wallace قد توصل إلى نظرية التطور التي توصل إليها دارون ـ كلا على حدة ـ بالرغم من الاختلاف الكبير في الظروف الاجتماعية والاقتصادية التي أحاطت بهما. ومن جهتي لم أعثر على قرينة من أي نوع تؤيد تأثير الظروف الاجتماعية والاقتصادية في أي نظرية بيولوجية بعينها، بينما العكس هو الصحيح في بعض الأحيان، حيث يستغل محترفو السياسة النظريات العلمية أو شبه العلمية في تحقيق برامجهم.

فيما بين العوامل الخارجية، يجب على المرء أن يفرق بين العوامل الاجتماعية ـ الاقتصادية وروح العصر، أو الوسط الثقافي. فبينما الأخير يلعب، على ما يبدو، دورا محدودا في صياغة النظريات الجديدة، فإنه في الوقت نفسه يبدو وكأنه يلعب دورا كبيرا في مقاومة التغيرات الفكرية التي تتعارض مع المعتقدات السائدة. هذا هو السبب وراء تعرض نظرية دارون لمثل هذه المقاومة العظيمة، ففي عالم تملؤه مفاهيم كوڤاير وآجاسيز، من المستحيل أن نجد مكانا لنظرية تطور.

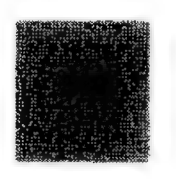
## الاختبار Testing

هو وسيلة الحكم بصحة النظريات العلمية الجديدة، وهومهمة العلماء وفلاسفة العلم مع فرق هو، أن الفيلسوف أكثر تشددا من العالم في تطبيق قواعد الاختبار، التي تختلف أيضا تبعا للمدرسة التي ينتمي إليها الفيلسوف.

منذ أيام المناطقة الوضعيين Logical Positivists، ركز فلاسفة العلوم اهتمامهم على مدى صلاحية النظريات لتوليد التكهنات كمقياس لجودتها، والمقصود بالتكهنات هو ما يمكن توقعه باستنطاق مكونات النظرية، وهذا يختلف عن التنبؤ بالمستقبل الذي نقصده في أحاديثنا اليومية، والذي يمكن اعتباره نوعا من التكهن الزمني Chronological predicton، وإن كان كثير من الكتاب (وقد كنت منهم سابقا) يخلطون بين الاثنين. والعلوم ـ بما فيها الفيزيقية ـ نادرا ما تكون قادرة على إمدادنا بالتكهنات الزمنية، ولا شيء يستعصي على التكهن كالمسيرة المستقبلية للتطور: فالديناصورات التي كانت أنجح الفقاريات على ظهر الأرض في بداية الحقب الطباشيري Cretacian، لم يكن أحد ليتنبأ بانقراضها مع نهاية ذلك الحقب نتيجة لاصطدام كويكب بالأرض.

والبيولوجيون أقل من الفيزيقيين انزعاجا لإخفاق نظرياتهم في إمدادهم بالتكهنات الصحيحة، لأنهم يعلمون أن النظريات البيولوجية نادرا ما تكون لها شمولية القوانين الفيزيقية. والحقيقة أن حجم جدوى التكهن كاختبار للنظريات البيولوجية، يختلف كثيرا باختلاف الأحوال، وهو لا يكون ملحوظا إلا في مجال البيولوجيا الوظيفية، ونظرا للتباين الكبير بين معظم الظواهر البيولوجية، فإن أفضل ما توصف به فرص التكهن التي تتيحها النظريات البيولوجية هو أنها احتمالية Probabilistic، على أن هذا لا يهم المشتغل بالبيولوجيا كثيرا، إذ إن الأهم بالنسبة إليه هو نجاح نظريته في حل مشكلة ما.

في العلوم العملية تُخْتبر النظريات على أحسن وجه بوساطة التجارب، أما في العلوم التي يستحيل فيها إجراء التجارب، ويكون التكهن محدود القيمة في اختبار فرض معين ـ كما هي الحال عادة في العلوم التاريخية ـ فيجب الاستعانة



بالمشاهدات الإضافية للاختبار. على سبيل المثال؛ نظرية الأصل المشترك Common origin، تفترض أن كل مجموعة من النباتات أو الحيوانات ظهرت في عصر جيولوجي معين، قد تحدرت من وحدة تصنيفية Taxa كانت موجودة في عصر جيولوجي سابق؛ كالفيل والزرافة اللذين تفترض النظرية تحدرهما من سلف مشترك عاش في بداية الحقب الجيولوجي الثالث Tertiary، والديناصورات المفترض تحدرها من سلف عاش في الحقب الوسيط (الميزوري Mesoroic)؛ وستكون هذه النظرية باطلة لو عثرنا على أحافير لهذه الحيوانات في عصر سابق على الحقب الذي عاشت فيها أسلافها (الطباشيري المبكر في حالة الفيل والزرافة، والباليوزي Paleozoic في حالة الديناصورات).

هناك طريقة أخرى لاختبار النظريات تستخدم فيها مجموعة من الحقائق مختلفة تماما عما ذكرنا، تلك هي رسم شجرة انتساب Phylogenetic إلى مجموعة معينة من الكائنات (على أساس الشواهد المورفولوجية)،وباستخدام أحد الشواهد الجزيئية (الكيموحيوية Biochemical) يمكن عمل شجرة انتساب مستقلة، ثم اختبار درجة التوافق بينهما، ومهما كانت نتيجة الاختبار، فمن الضروري الاستعانة بشواهد إضافية مستقلة لزيادة التأكد... وفي مجال الجغرافيا الحيوية، فإن النظريات حول الوصلات الأرضية السابقة بين القارات والجزر، أو إمكانيات انتشار الوحدات التصنيفية في الماضي تُخْتبر بطرق مختلفة، وبالتالي، يمكن تأييد تلك النظريات أو تفنيدها... ولإثبات صحة الانقراض الفعلي للديناصورات في أواخر الحقب الطباشيري يتعين فحص المزيد من رواسب أوائل الحقب الثالث في مناطق نائية من العالم... وتختلف طبيعة المشاهدات والاختبارات المطلوبة باختلاف نوعية المشكلة المراد تمحيصها. وتحديد ذلك أمر متفق عليه بين المتخصصين.

## البيولوجيُّ الممارس The Practicing Biologist

على الرغم من كثرة فلاسفة العلوم المرموقين في القرن العشرين، فليس بينهم من يعتبر مناسبا تماما لتطوير نظريات البيولوجيا التطورية، وهذا جعل «بوبر» عام ١٩٧٤ لا يكتفي بالعيب في المنهج العلمي السائد، بل ويقرر أن «الدارونية ليست نظرية علمية قابلة للاختبار وإنما هي «برنامج بحثي

ميتافيزيقي»... ومثل هذا القول صدر عن فلاسفة آخرين ذوي خلفية علمية في الفيزياء والرياضيات، وعندما ارتد «بوبر» عن مذهبه بعد ذلك بسنوات قليلة، انطوت صفحة التجريبية المنطقية Logical Empiricism بعد قرابة ٤٠ عاما من الازدهار، وكان سقوطها نتيجة للنقد الذي وجهه إليها عدد من الفلاسفة، ذكرنا منهم «كون» و«بياتي» و«فاير باند» ونضيف إليهم «لا كاتوش Lakatos» و«لودان Laudan»... وهكذا على المدى الطويل أصبح الإنجاز الوحيد لذلك المذهب الفلسفي هو أنه نشر عدم الثقة في فلسفة العلم بين كثير من البيولوجيين.

ويبدو لي مع ذلك أن الفرد العادي من البيولوجيين لم يكن في أي وقت مهتما بشؤون فلسفة العلم. ففي خمسينيات وستينيات القرن العشرين - عندما اكتسح «بوبر» ميدان فلسفة العلم بمذاهبه في التجريبية المنطقية - لم يبق واحد ممن أعرفه من البيولوجيين إلا وأعلن بإصرار أنه من حواريي «بوبر»، ثم راح يفعل كل ما يحلو له، إذ ليس هناك أسهل من رفع الشعارات على الرغم من أنها غالبا لا تعني شيئا.

ومن متابعة تاريخ النظريات العلمية المختلفة، يتضح مدى عدم التزام البيولوجيين بما وضعه فلاسفة العلوم من قواعد، وهذا ما عبر عنه في سبعينيات القرن العشرين كل من «فاير باند» و«فرنسوا جاكوب». والحقيقة أن المشتغل بالبيولوجيا لا يحفل بتحديد ما ينبغي عليه اتباعه من توصيات هذه المدرسة الفلسفية أو تلك، وإنما هو يستعمل أي طريقة تقوده، في أقصر وقت وبأقل جهد، إلى حل المشكلة التي تعترضه.

### خمس مراحل للتفسير

كما سيتضح من الفصل الرابع تلعب المصادفة دورا ملحوظا في إكساب الظواهر البيولوجية طابع التعددية Pluralism، ومن ثم فإن القواعد الجامدة لا تصلح إطارا لوضع النظريات واختبارها، فالأنسب لذلك هو اتباع منهج مرن يسير على خمس مراحل:

١- يلاحظ العلماء ما يجرى في الطبيعة من دون تدخل، وما يسفر عنه ما يجرونه من تجارب محددة الهدف، ويسجلون من المشاهدات ما يستعصي تفسيره في ضوء النظريات السائدة.

٢- يتوقف الباحث عند هذه المشاهدات ويتساءل: «لماذا؟» و«كيف؟».
٣- يصوغ الباحث عددا من الفروض التي يحتمل أن تقوده إلى إجابة عن السؤالين.
٤- يختبر هذه الفروض بدقة كافية للحكم على مدى صحتها.
٥- الفرض الذي يجتاز أكبر عدد من الاختبارات، وهو الذي يعتد به في النهاية كتفسير للظاهرة التي سجلها الباحث.

### واقعية الحس العام Common Sense Realism

لقد تساءل الفلاسفة باستمرار حول ما إذا كان هناك عالم حقيقي خارجنا، كما تخبرنا بذلك المعطيات التي تستقبلها أعضاء الحس لدينا، وما إذا كان هذا العالم مطابقا لما تخبرنا به هذه الأعضاء ويخبرنا به العلم. أحد الآراء المتطرفة قدمه الكاهن بيركلي Berkely الذي اقترح أن العالم الخارجي هو ببساطة إسقاط نحو الخارج منا. البيولوجيون المعروفون لي هم من واقعيي الحس العام. فهم يقبلون كحقيقة أن «العالم الخارجي» موجود خارجنا. نحن الآن لدينا وسائل كثيرة جدا لاختبار معطيات الحس بواسطة الأدوات، والتكهنات المستندة على مثل هذه المعطيات تثبت صحتها على نحو يبين لنا أن الفائدة ستكون محدودة جدا لو تحدينا واقعية الحس العام أو العملي التي على أساسها يمارس البيولوجيون أبحاثهم.

على أن هذا الحس العام ليس هو الوسيلة الشائعة لاكتساب المعرفة بين الفلاسفة، فهم يفضلون الاعتماد على المنطق، وربما كان هذا هو الأسلوب الأمثل في المجالات التي تحكمها القوانين الكونية، وتتسم بطابع الجبرية Determinism والأصولية Essentialism - مثل مجال العلوم الفيزيقية والرياضية - لكنه يبدو أقل صلاحية في مجال العلوم البيولوجية الذي يخضع لاحتمالات المصادفة، ويطالب فيه المرء بتفسير ظواهر يكاد يكون لكل منها طابعها المتفرد... ومن هنا يلقى أسلوب الحس العام رواجا بين البيولوجيين الذين لا يرون مبررا لإعلاء شأن المنطق.

### لغة العلوم

لكل فرع من العلوم طريقته الخاصة في وضع المصطلحات المتعلقة بما يقع في دائرة اختصاصاته، وليس في هذه العملية أي مشكلة، إذا كان المصطلح مطلوبا للدلالة على شيء محدد (كالكروموزوم ونواة الخلية) أو

فرد معين (كالخنفس الياباني...)، ولكن طائفة كبيرة من المصطلحات يعبر كل منها عن ظواهر أوعمليات شديدة التباين كتلك التي تصادفنا في علم البيولوجيا ومنها التنافس والتطور والتكييف والتهجين... فالفائدة من هذه المصطلحات لا تتحقق إلا إذا اجتمع كل المشتغلين في المجال ذاته على مفهوم واحد ومحدد لكل مصطلح؛ ولكن تاريخ العلوم يوضح أن الأمر كثيرا ما كان يجري على غير هذا النحو.

صادف المشتغل بالعلم ثلاثة أنواع من المشاكل مع اللغة: الأولى هي تغير معنى المصطلح مع تنامي المعرفة بالموضوع، وهذا ليس مستغربا إذ إن المصطلحات العلمية تستعار عادة من اللغة اليومية، فطبيعي أن تعيبها نقائص هذه اللغة وأولها عجزها عن مواكبة التقدم العلمي... وهكذا اكتسبت مصطلحات مثل: القوة ـ المجال ـ الحرارة ـ في الفيزياء الحديثة معاني واضحة الاختلاف عما كانت تحمله في الماضي، وكذلك فإن مصطلح الـ «جين gene» الذي أطلقه «جوهانسن Johansen» لأول مرة في عام ١٩٠٩ على تلك «الخرزة المنظومة في خيط» مازال يستعمل حتى الآن لوصف هذا التجمع الهائل من شرائط الأحماض النووية بكل ما اكتشفه فيها علم البيولوجيا الجزيئية الحديث من دقائق تركيبية، وهكذا نرى أن مفاهيم معظم المصطلحات عرضة للتغيير، غير أن ابتداع مصطلح جديد عند كل تغير طفيف أمر صعب، ويؤدي إلى تزاحم الألفاظ واختلاط المفاهيم، ولذا يجب ادخار المصطلحات الجديدة للتغييرات الجوهرية، مع مراعاة أن يتوافر في المصطلحات من الانفتاح ما يكفي لاستيعاب ما يطرأ على مدلولاتها من تطورات.

والمشكلة الثانية هي زحزحة بعض المصطلحات عن مدلولاتها الأصلية للتعبير عن مدلولات آخرى مختلفة تماما، وأفضل مثال لذلك هو مصطلح الـ «طفرة Mutation» الذي ابتدعه «ديفري Devries» للتعبير عن أي تغير تطوري يؤدي إلى نشأة نوع جديد، وفي وقت لاحق، أصبح «مورجان T:H.Morgan» يستخدمه للتعبير عن أي تغير مفاجئ في المادة الوراثية، واكتشاف الفرق بين المعنيين قد استغرق من غير المتخصصين قرابة أربعين عاما. ولتحاشي تكرار مثل هذا الخلط، ينبغي أن يكون من القواعد الأساسية للغة العلم عدم جواز استخدام أي مصطلح للتعبير عن مدلول مغاير لما اتفق عليه عالميا.

ولربما كان أكثر الأخطاء شيوعا ـ مع فداحته: استعمال المصطلح الواحد للدلالة على بضع ظواهر مختلفة، وهذا واضح في كثير من المراجع الفلسفية التي تكثر فيها السفسطة في تحليل مصطلحات معينة مع قلة الانتباه إلى احتمالات التباين في أصولها، ومن أمثلة ذلك مصطلح التطور Evolution والدارونية Darwinism والمجموعة Group التي أصبح كل منها يُستعمل للدلالة على أكثر من معنى.

مثل هذا الخلط المصطلحي كانت له عواقبه الوخيمة في أوقات متقاربة من تاريخ علم البيولوجيا، ومن أمثلة ذلك اختلاف استعمال علماء الحيوان عن استخدام علماء النبات لمصطلح التنوع Variety، لم يدرك «دارون» هذا الاختلاف فوقع في الحيرة التامة حول طبيعة النوع Species . وجريجور مندل Gregor Mendel تعرض أيضا لموقف مماثل في أثناء إجراء تجاربه الرائدة على الوراثة في نباتات البازلاء فأطلق اسم «هجين hybrid» على النبات غير المتجانس جينيا Heterozygous شأنه في ذلك شأن معظم المزارعين العاديين ـ وكان هذا سببا في إخفاقه في تأكيد القوانين التي وضعها، بل وفي إحباط جهوده البحثية اللاحقة.

إن أفضل طريقة عملية تواجه بها هذه المشاكل حتى الآن هي وضع مصطلحات مختلفة للمواد المختلفة، ووضع تعريف محدد لمعاني المصطلحات ذات المدلولات المتداخلة، مع مراجعة دقيقة لمضامين هذه التعريفات كلما تغير مفهوم الظاهرة المقصودة بها، وإجراء التعديل الذي يتضمن استمرار ملاحقة تنامي المعرفة، وهذا الأمر قد تكرر حدوثه تقريبا في كل المصطلحات الأساسية للعلوم الفيزيقية.

ولكن معظم الفلاسفة، فيما يبدو، يتقاعسون عن إعطاء تعريفات، وربما كان هذا هو سبب شيوع التداخل المؤدي إلى الالتباس في كتاباتهم... وإحجام الفلاسفة عن تحديد المصطلحات راجع إلى التزامهم بالمفهوم الضيق لكلمة Definition كما ورد في المؤلفات الفلسفية القديمة، والمبني على أسس مذهب الأصولية Essentialism. حيث يبدو أن العديد من الفلاسفة يستخدمون مصطلح التفسير «Explication» لما يسميه المشتغلون بالعلم التعريف «Definition».

بالنسبة لي، فإن الحاجة إلى هذا التحديد واضحة لدرجة أنني لا أفهم أبدا السبب في كثرة الفلاسفة الذين اتخذوا موقف المعارضة من تحديد معاني المصطلحات، ولكن «بوبر وهو من ألد خصوم التحديد قد كشف(*) عن سبب تمسكه بوجهة نظره، إذ يعترف أنه في صباه المبكر قد تعلم أنه لا ينبغي لأحد أبدا أن يجادل حول الكلمات ومعانيها»... وهو لا يخفي دهشته لما اكتشفه في قراءاته المتأخرة من أن هناك اعتقادا شبه عالمي في أهمية البحث وراء معاني المصطلحات ومن ذلك ملاحظته أن كتابات «سبينوزا Spinoza» مليئة بالمصطلحات التي تبدو له «غير محددة ولا منطقية ومثيرة للتساؤلات»، وبهذا يكشف «بوبر» عن عدائه لتحديد المصطلحات... إلا أنها في رأيي اللعبة المفضلة للمناطقة أن يضعوا تعاريف الكلمات ثم يشبعونها تحليلا.

إن ما لم يفطن إليه «بوبر» هو أن المشتغل بالعلم إنما يسعى دائما إلى الحصول على تعريفات محددة، مع استبعاد التداخلات المؤدية إلى الالتباس، ولو اقتضى الأمر تغيير المصطلحات بما يتمشى مع التقدم المستمر في المعرفة، فمن دون توافر مثل هذه التعريفات المحددة في جميع الأوقات، سيستحيل التقدم في تفسير النظريات، وبحكم كوني أحد العلماء الممارسين، فإنني أشعر بضرورة تخلي الفلاسفة عن معارضتهم لتحديد المصطلحات، بل وعليهم تحري الدقة في اختبار ما يستعملونه هم من مصطلحات ذات مدلولات غير متجانسة، فهذا هو ما سيضع النهاية للتناقضات الكثيرة في المؤلفات الفلسفية.

### تعريف الحقائق والنظريات والقوانين والمفاهيم

إن معاني هذه المصطلحات وغيرها مازالت موضوع مناقشات فلسفية، ويصر بعض الفلاسفة على التفرقة بين الفرض Hypothesis والنظرية Theory، بينما لا أرى في تعريف «النظرية» ما يستوجب مثل هذه التفرقة وبخاصة في علوم الحياة، وعلى أي حال فإن المشتغل بالعلم - سواء في المعمل أو في الحقل - لن يكون في استعماله العادي لهذه المصطلحات على الدرجة من الدقة التي قد يرغبها الفيلسوف وهو جالس إلى مكتبه،

(*) في مؤلفه عن سيرته الذاتية المنشور عام ١٩٧٤ بعنوان: «بحث بلا نهاية Endless Quest».

فالعالم كلما لمعت في ذهنه فكرة قد يقول «لقد اكتشفت ـ أو اخترعت ـ نظرية جديدة»... بينما الفيلسوف يعتبر ما يتحدث عنه العالم مجرد تخمين أو فرض.

مصطلح آخر شاع استعماله أخيرا إلى حد بعيد هو النموذج Model؛ وفي حدود علمي، لم يستعمل هذا المصطلح في مراجع التطور أو التصنيف قبل العشرين عاما الأخيرة؛ فما الفرق بينه وبين الفرض المعمول به؟ وهل الـ «نموذج» مصطلح رياضي بالضرورة؟ وما وجه الخلاف بينه وبين النظام الحسابي العشري Algorythim؟ إنني أطرح هذه الأسئلة الجوفاء لأبين الحاجة إلى المزيد من التوضيح من جانب الفلاسفة... فأي واحد من المصطلحات المذكورة يستعمله البيولوجيون الممارسون أحيانا محل أي مصطلح آخر في صياغة تفسيراتهم... بل وأنا أيضا كثيرا ما أستعمل كلمة «نظرية» بمعناها الفضفاض (وهذا تنبيه مني للقارئ).

### الحقائق مقابل النظريات

لابد لكل نظرية من أساس من الحقيقة؛ ولكن أين الخط الفاصل بين الحقيقة والنظرية؟ ومتى تصل نظرية تكرر اختبار صحتها وأُيِّدت عالميا إلى مرتبة الحقيقة؟ فمثلا عندما يدعي أحد علماء التطور المعاصرين أن نظرية التطور أصبحت الآن حقيقة، نقول له إن النظرية لا تتحول أبدا إلى حقيقة، ولكنها تفسح مكانها للحقيقة، وعندما رصد الفلكيون اضطرابات في مداري الكوكبين الخارجيين من المجموعة الشمسية ـ «أورانوس» و«نبتون» ـ خرجت نظرية تقترح وجود كوكب تاسع، وعندما اكتشف «بلوتو» في وقت لاحق، أصبح وجوده حقيقة حلت محل النظرية، وبالمثل، عندما تم اكتشاف بنية الدنا وتم التيقن من تحكمها في تركيب البروتين، تم اقتراح النظريات بشأن الشيفرة التي تحكم الترجمة الصحيحة للمعلومات في الدنا. وبشيء من السرعة، أثبت أن إحدى هذه النظريات هي النظرية الصحيحة، ولم يعد نظام التشفير الجيني المقبول الآن مجرد نظرية وإنما تحول إلى حقيقة... وقبل ذلك في عام ١٨٥٩ كانت أفكار «دارون» حول الأصل المشترك لأنواع الأحياء تعتبر نظريات، ثم جاءت الشواهد المؤيدة لها (من دون ظهور ما يدحضها)، فجعلت البيولوجيين يقبلون هذه النظرية كحقيقة.

إذن فمن الممكن تعريف الحقائق بأنها «مقترحات واقعية Empirical Propositions أي نظريات تكرر تأكيدها ولم تتعرض أبدا لما يدحضها... ومع ذلك فإن عدم تحول بعض النظريات إلى حقائق لا ينفي فائدتها كوسائل إرشادية، وخصوصا في العلوم المجهرية والكيموحيوية حيث لاتكفي أعضاء الحس لتحري الحقائق، وكذلك في علوم الكون والبيولوجيا التطورية، حيث يعتمد على تجميع المشاهد المتفرقة في تفسير أحداث مضت.

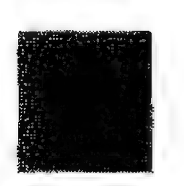
### القوانين الكونية Universal laws والعلوم الفيزيائية

ما علاقة النظريات والحقائق بالقوانين الكونية؟ الأصل في تعريف القوانين أنها تعبر عن عمليات يمكن التنبؤ بنتائجها، ولكن كثيرا من قوانين الفيزياء ـ مثل قانون الجاذبية وقوانين الديناميكا الحرارية يمكن ببساطة وبالدرجة نفسها من الدقة أن نسميها حقائق... أما أن للطيور ريشا فهذه ببساطة حقيقة، ولا يمكن اعتبارها قانونا على الرغم من كونها ظاهرة عالمية.

إن احترامنا لقوانين الطبيعة راجع إلى انتظام سير الأمور فيها كتعاقب الليل والنهار والصيف والشتاء، ونحن نمارس نشاطنا وفقا لخطط مبنية على معرفتنا بهذا الناموس، وعلى أساس مثل هذه المشاهدات بنى «ليبل Lyell» مذهب الاتساق Uniformitarianism، الذي يؤمن بأن ما حدث في الماضي متوقع حدوثه في الحاضر أو المستقبل، وعندما حاول الفيزيائيون الدفاع عن صدق نظرياتهم، زعموا أنها مبنية علي قوانين كونية لا تعرف الاستثناء ولا قيود الزمان والمكان.

وعالم الأحياء أيضا تتوافر فيه هذه الظواهر المنتظمة، ولكن معظمها لا هي كونية ولا خالية من الاستثناءات، وإنما هي ذات طابع احتمالي ووثيقة التقيد بالزمان والمكان، وكما رأى «سمارت» (١٩٦٣) و«بياتي» (١٩٩٥) فإن القوانين الكونية قليلة في البيولوجيا، وينحصر وجودها على المستوى الجزيئي، حيث تسري قوانين الكيمياء والفيزيقا.

وفي أغلب الأحيان فإن البيولوجيين عندما يستعملون كلمة «قانون»، فإنهم ببساطة يعنون صيغة منطقية عامة تقبل التوكيد أو التفنيد، ويمكن استخدامها في صنع التفسيرات والتكهنات، ولكن لو أننا حورنا مفهوم الكلمة



بحيث يمكن تطبيقها على كل الظواهر البيولوجية ذات الطابع العام المنتظم، فإن فائدة الكلمة في بناء النظريات تصبح موضع شك، فالنظريات الاحتمالية المبنية على القانون بمفهومه الواسع هذا، نادرا ما تحقق ما نستهدفه من التيقن ونحن نستعمل كلمة «قانون».

## مفاهيم في علوم الحياة

في علم البيولوجيا تتفوق المفاهيم على القوانين كثيرا من حيث الأهمية في صياغة النظريات الجديدة التي تتكون أساسا من عنصرين هما: الحقيقة المكتشفة عن طريق المشاهدة، وما ينشأ عن ذلك من مفاهيم جديدة New Concepts، والكلمة الأخيرة ـ طبقا للقاموس ـ مصطلح واسع، ومن مضامينه: الصورة الذهنية Mental image، وبناء على ذلك، فإن كل ما يمكن أن تتكون له صورة ذهنية يعتبر من المفاهيم... ومع ذلك فإن المشتغل بالبيولوجيا لا يرتاب إطلاقا في ماهية المفاهيم الرئيسية في دائرة تخصصه، ومنها في مجال البيولوجيا التطورية على سبيل المثال: الانتخاب، والتنافس، والعشيرة الإحيائية Biopopulation واختيار الأنثى وكثير غير ذلك.

وبالطبع لايقتصر وجود المفاهيم على البيولوجيا فهي موجودة أيضا في العلوم الفيزيقية، ويبدو أنها هي ما كان «جيرالد هولتون» Serald Holton (١٩٧٣) يعنيه بما أسماه Themata (جمع Thema). وعلى أي حال فانطباعي الشخصي هو أن عدد المفاهيم الأساسية محدود في العلوم الفيزيقية وفي البيولوجيا الوظيفية (ومنها علم وظائف الأعضاء) حيث تزداد أهمية اكتشاف الحقائق الجديدة التي يشهد رواد هذه المجالات بأن لها كل الفضل في تقدمها. أما في باقي المجالات البيولوجية (وهي الأكثر) فإن للمفاهيم الدور الأكبر. صحيح أنه ليس لكل مفهوم جديد ما كان للانتخاب الطبيعي من أثر ثوري في مجال البيولوجيا التطورية، ولكن التطورات الحديثة في الفروع البيولوجية المركبة (كالبيئة والبيولوجيا السلوكية والتطورية) إنما يرجع الفضل في تحقيقها إلى ما استحدث فيها من مفاهيم جديدة.

ومن الغريب أن الفلسفة الكلاسيكية كانت قليلة العناية بأهمية المفاهيم في صنع النظريات العلمية، ومن ناحيتي فكلما طالت دراستي لهذه النظريات، ازددت اقتناعا بأنها في مجال الفيزياء مبنية على القوانين،

بينما في مجال البيولوجيا يكون اساسها المفاهيم، وقد يخفف من حدة هذا التناقض الظاهري قولنا بأن القوانين هي الصيغة المنطوقة للمفاهيم التي على هذا الأساس يمكن اعتبارها «مضامين» للقوانين، ولو أنه من الصعب تطبيق مثل هذا «التحويل» في ضوء التعريف الدقيق للمصطلحين، وهذه هي منطقة الاستشكال التي لم تفطن إليها فلسفة العلوم بتركيزها على العلوم الفيزيقية.

وفي الفصل التالي سوف نقترب أكثر من العوامل ذات الطابع الفريد التي يجب على البيولوجيين أخذها في اعتبارهم، وهم يضعون تفسيراتهم للظواهر الحياتية ويختبرونها.



# 4 كيف يفسر علم البيولوجيا عالم الأحياء؟

عندما يحاول عالم البيولوجيا الإجابة عن سؤال حول حدث فريد مثل: «أين نشأ النوع البشري؟» Homo Sapiens، فلن يكون بمقدوره الاعتماد علي القوانين الكونية، وإنما عليه أن يدرس كل الحقائق المعروفة المتصلة بهذا الموضوع، ثم يحاول عمل «سيناريو» من شأنه تفسيرها. وبتعبير آخر: يصنع حكاية تاريخية Historical Narrative.

ولأن هذا التناول مختلف جوهريا عن التفسيرات المسببة، فقد أسقط من حسابات فلاسفة العلوم التقليديين الذين خرجوا من تحت عباءة علوم المنطق والفيزياء والرياضيات. وعلى أي حال، فإن هذه النظرة الضيقة قد فندها بعنف عدد من الكتاب المحدثين الذين أوضحوا أن أسلوب البيولوجيين ليس فقط صالحا لتناول المشاكل، بل ربما كان هو الأسلوب العلمي والفلسفي الوحيد الصالح لتفسير الأحداث ذات الطابع الفريد.

ومن غير الممكن إثبات صحة الحكايات التاريخية، وذلك لاستحالة مشاهدة ما تتألف منه من أحداث لا نملك إلا مجرد الاستدلال

«لم يعد العلماء يصرون على وجود ما يسمى «الحقيقة المطلقة»، وإنما يرضيهم أن نظرية معينة قد صمدت أمام كل محاولات التفنيد، وظلت قادرة على تفسير كل ما هو مفروض أن تفسره».

**المؤلف**

عليها بطرق تختلف وفقا لما يتميز به القائم بتحليلها من خلفية علمية وتجارب سابقة، ومن هنا فليس مستغربا أن يكثر الجدل حول ما يقدمه من تأويلات، ومع ذلك فباب التفنيد مفتوح أمام هذه الحكايات عن طريق الاختبارات المتكررة.

وعلى سبيل المثال، كان زوال الديناصورات يعزى إما إلى تعرضها لمرض كانت لديها قابلية خاصة للإصابة به، أو إلى تغير ضار في المناخ نتج عن أحداث جيولوجية، ولم يكن أي من الاحتمالين مقرونا بما يؤيده من شواهد، ولهذا تمت تنحيتهما جانبا ـ مع ما سبقهما من نظريات ـ في عام ١٩٨٠ عندما طرح «والتر ألفاريز Walter Alvarez» نظريته عن اصطدام أحد الأجرام النجمية بالأرض، تلك النظرية التي أيدها اكتشاف حفرة هائلة كفوهة البركان في «يوقاطان Yucatan».

ومن العلوم التي تعتمد، إلى حد كبير، على الحكايات التاريخية، علم الكونيات Cosmology (ويختص بدراسة نشأة العالم)، والجيولوجيا، وعلم الأحافير Paleontology، والجغرافيا الحيوية وفروع أخرى من البيولوجيا التطورية، فجميعها مجالات تتميز بالظواهر الفريدة، وصحيح أن لكل نوع من الأحياء (بل كل فرد من الناحية الجينية) ذاتيته، ولكن التفرد ليس مقتصرا على عالم الأحياء، إذ إن لكل معلم جغرافي على الأرض ـ بل ولكل كوكب غير الأرض خصائصه الفريدة.

لطالما كانت الظواهر الفريدة سببا في إحباط الفلاسفة ومنهم «هيوم» الذي أعلن أنه ليس بمقدور العلم أن يقول قولا شافيا عن سبب أي ظاهرة حقيقية للتفرد، ويمكن أن يكون هيوم محقا لو كان ما يدور في ذهنه هو عجز قوانين السببية عن التفسير الكامل للأحداث الفريدة، وعلى أي حال، فسيكون بوسعنا تفسير هذه الأحداث بدرجة كافية لعمل تكهنات قابلة للاختبار، لو أننا وسعنا منهجنا العلمي بحيث يتسع للحكايات التاريخية كعنصر توضيحي.

إن القيمة التوضيحية للحكايات التاريخية ترجع عادة إلى التسلسل التاريخي للأحداث بحيث تترتب لاحقاتها على سابقاتها، مثلما كان انقراض الديناصورات في الحقب الطباشيري سببا في إفساح المجال أمام الثدييات لغزو مناطق بيئية جيدة في الحقبين اللاحقين (الباليوسيني والأيوسيني)...



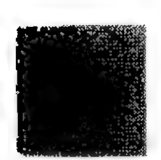
فأهم أهداف أي حكاية تاريخية هو اكتشاف العوامل التي تضافرت على وقوع الأحداث المتلاحقة في تسلسل تاريخي. على أن الاعتراف بأهمية الحكايات التاريخية، لا يعني إطلاقا أدنى مساس بالأسلوب المنطقي، لأن الاعتماد عليها إنما هو وضع منطقي خاص أملاه علينا الواقع، وعلى الرغم مما بين المنطق والحكاية التاريخية من تناقض، فإن هذا لا يحرمها صلاحيتها لتوضيح الظواهر البسيطة ذات الطابع الفريد.

## التعليل في علم البيولوجيا

يعتبر التقدير العلمي صحيحا إذا كان أساسه اكتشاف السبب في إحدى الظواهر المشاهدة ـ خصوصا إذا كانت غير متوقعة. وتتجلى صلاحية هذا الأسلوب التبريري، لتمكيننا من التكهن بالعواقب، في الظواهر البسيطة كبعض التفاعلات الكيميائية حيث يمكن تحديد السبب يقينا. وتدلنا المراجع الفلسفية على أن معظم الأحكام القياسية أساسها فيزيقي، ففي هذا المجال يمكن معرفة أسباب الظواهر بوضوح لا يشوبه أدنى غموض باستقراء قوانين الديناميكا الحرارية والجاذبية وأمثالها.

على أن الأمور في علم البيولوجيا لا تسير بمثل هذه البساطة إلا عند المستوى الخلوي الجزيئي، أما في الأنظمة المعقدة حيث تتداخل العوامل وتستجد نتائج غير متوقعة عند كل مستوى تكاملي، فإن تناول المشكلة بالأسلوب المنطقي ـ الذي هو من مخلفات الفلسفة الغائية ـ لا ينجح في تفسير الظواهر، بل كثيرا ما يكون مضللا، وهنا ربما ينبغي لنا أن ننتهج طريقة أخرى في التفكير لتبرير الظواهر غيرالمتوقعة.

إن التفاعل بين أي مفردين لا يصل إلى غايته مباشرة، وإنما من خلال سلسلة متكاملة من المراحل التي لا يمكن التنبؤ بالطريقة التي سيسلكها كل منهما في التفاعل مع الآخر في بدايتها، نظرا لتعدد البدائل التي يتوقف اختيار أحدها على عوامل عديدة... ومن ثم فإن الفهم الصحيح لسير هذه العملية في أي مرحلة لا يتسنى إلا بدراسة المراحل السابقة لها، لذا يمكننا القول إن التعليل في الأوضاع المعقدة هو عملية «إعادة بناء ارتدادي» Posterior-Reconstruction، أو بعبارة أخرى: يتألف التعليل من سلسلة من الخطوات التي باعتبارها مجتمعة، يمكن تسميتها بـ «المسبب».



## الأسباب الدنيا والأسباب القصوى

كل عملية أو ظاهرة حياتية، إنما هي نتيجة مجموعتين منفصلتين من الأسباب: الأولى (وهي أسباب وظيفية سبقت حدوث الظاهرة مباشرة) تسمى عادة الأسباب الدنيا Proximal Causations، والثانية (وهي تطورية وبينها وبين حدوث الظاهرة فاصل زمني) تعرف بالأسباب القصوى Ultimate Causations. ومن الأسباب الدنيا تلك التي تؤدي إلى النمو وممارسة الوظائف والأعمال السلوكية وغيرها من الأنشطة، التي تتم وفقا لبرامج بدنية وجينية صادرة من كيان الفرد، ومعرفة هذه الأسباب توصلنا للإجابة عن أول سؤال يمر بخاطر المشتغل بعلوم الحياة وهو: «كيف؟»... وأما الأسباب القصوى فهي التي تؤدي إلى نشأة برامج جينية جديدة (أو على الأقل تعديل البرامج القائمة)، ومن ثم إلى كل التغيرات الدائمة التي تتم طوال مسيرة التطور، وهي بالطبع لا يمكن بحثها بالطرق الكيميائية والفيزيائية، وإنما يلزم تجميع أجزاء الصورة المعبر عنها بالاستدلالات التاريخية... ومعرفة هذه الأسباب هي التي تمدنا بالإجابة عن السؤال الثاني وهو «لماذا؟».

وفي معظم الأحوال تتلازم الأسباب من كلتا المجموعتين لتعليل أي ظاهرة بيولوجية، وكمثال لذلك، يمكن أن نعزو ظاهرة التباين بين الجنسين Sexual Dimorphism إلى سبب قريب هو الهرمونات والجينات المتحكمة في الجنس، وسبب آخر بعيد هو الانتخاب الجنسي Sexual Selection. والانحياز إلى أحد الجانبين كان سبب معظم حالات تضارب الآراء في تاريخ علم البيولوجيا، فالترابط بين هاتين المجموعتين من الأسباب هو أحد الخصائص المميزة لعالم الأحياء، وعلى النقيض من ذلك، فإن دراسة عالم الجمادات لا تحتاج مثل هذا الجمع، وإنما تكفي الأسباب التي تتمشى مع القوانين الطبيعية.

## التعددية Pluralism

لو تأملنا أي قضية بيولوجية، لأمكننا عادة اكتشاف أكثر من تعليل لتفسيرها، فعلى سبيل المثال، كان «دارون» يعزو التغيرات التطورية إلى عاملين هما الانتخاب الطبيعي وتوارث الصفات المكتسبة، وسوف نرى في الفصل التاسع أمثلة أخرى للتعددية في تفسير ظاهرة التباين الحياتي Diversity of life وغيرها من الظواهر البيولوجية، وهذه التعددية تخلق لنا مشكلة عند التصدي لتمحيص أي نظرية سواء بالتصويب أو التخطئة، فوجود قرائن على

صحة الانتخاب الطبيعي، لا يعني بالضرورة تخطئة فكرة توارث الصفات المكتسبة، وهذه التخطئة بدورها لا تعني بالضرورة أن الانتخاب الطبيعي هو وحده السبب في التغير التطوري.

ومن الغريب أن التعددية في المجال البيولوجي قد لاقت من القبول لدى قدامى الطبيعيين أكثر مما لاقت من المتخصصين المعاصرين. ولقد كان علماء الجغرافيا الحيوية (بدءا من «تسمرمان Zimmerman في القرن الثامن عشر) يفهمون تماما دور التعددية في تفسير أهم الظواهر في دائرة اهتمامهم، ولكن أصحاب مذهب وحدة السببية اليوم، يتصرفون كما لو كانت نظريتهم هي وحدها الصحيحة، بل كما لو كانوا هم أول من فكر فيها! ومازال بعض المحدثين المتحمسين منهم يكتبون كما لو كانت هي النظرية الوحيدة الممكنة لتفسير التغير التطوري (في الوقت الذي قدم أسلافهم تفسيرات متعددة)، فالتعددية، حقا، هي ما يتطلبه تفسير غالبية الظواهر والعمليات البيولوجية، بل إن أي فلسفة لا تتوافق مع التعددية هي فلسفة غير مناسبة لعلم البيولوجيا.

على أن تحديد السبب الحقيقي لأي ظاهرة بيولوجية يصبح عسيرا - إن لم يكن مستحيلا - إذا اقترنت هذه التعددية بالاحتمالية الشائعة أيضا في المجال البيولوجي، والأمثلة كثيرة منها: أن الكائنات الموجودة حاليا على جزيرة معينة إما أن تكون عَمَّرتها في زمن سابق عندما كانت هذه الجزيرة موصولة بالأرض الأم أو وصلت إليها في وقت لاحق - بعد انفصالها كجزيرة مستقلة - عن طريق فيضان الماء، وكلا الاحتمالين جائز، والمثال الثاني هو أن انقراض نوع معين من الأحياء قد يكون راجعا إلى انتصار نوع آخر منافس له في معركة البقاء، أو إلى مبالغة الناس في اضطهاد أفراده، أو إلى تغير غير مرغوب في المناخ أو إلى كارثة نجمية أو إلى هذه العوامل بعضها أو كلها. إذ إنه ليس من الممكن في كثير من الحالات - بل في معظمها - تحديد السبب أو مجموعة الأسباب التي أدت إلى حالة معينة من الانقراض في الماضي الجيولوجي.

في معظم القضايا البيولوجية الخلافية ينسى الطرفان المتعارضان احتمال وجود وجهة نظر ثالثة في المشكلة، ومثالنا على ذلك هو ما أوردناه في الفصل الأول من أن فكر العضوانيين (الذي جمع أفضل ما في فكر الإحاليين من ناحية والحياتيين من الناحية الأخرى) هو الذي كانت له في نهاية الصراع الكلمة العليا حول تفسير الظواهر البيولوجية، التي لا نظير لها في عالم المادة اللاعضوية

المحدود، وكمثال آخر، نذكر أن فكرة الانتخاب الطبيعي قد انبثقت كحل ثالث أنهى الجدل الدائر بين الفريقين المختلفين حول أصل الأنواع والتغير التطوري، اللذين كان أحدهما يعزوهما إلى المصادفة وحدها بينما كان الفريق الآخر يعتقد أن الضرورة هي التي أدت إلى ذلك من خلال مبدأ البقاء للأصلح. وفي مثال ثالث كان ظهور فكرة البرنامج الجيني حاسما للنزاع بين أصحاب نظريتين متناقضتين لتفسير عملية خلق الجنين هنا نظرية التشكيل القبلي Preformation، ونظرية التكوين التتابعي Epigenesis والحقيقة أن الخلاف بين أي فريقين حول أي مشكلة بيولوجية كان ينتهي في معظم الحالات بنبذ كلا الرأيين واعتناق رأي ثالث جديد.

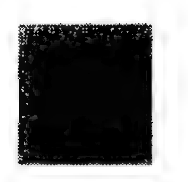
## الاحتمالية Probabilism

في أيام الفيزيكالية الصارمة ـ حينما كان يعتقد أن لكل شيء سببا معروفا يحدد ماهيته ـ كان الاعتراف بدور المصادفة في تسيير الأحداث يعتبر عملا غير علمي. ومن هذا المنطلق كان الفيزيقي «هرشل» يطلق على نظرية الانتخاب الطبيعي الداروينية اسما ساخرا هو «قانون الحيص بيص Law of Higgledy Piggledy»، غير أن هذا لم يقلل من تقدير بعض العلميين لدور المصادفة في إتمام العمليات البيولوجية، ذلك التقدير الذي كان قائما بالفعل منذ أيام «لابلاس Laplace»

والطابع الاحتمالي الذي تتسم به كثير من النظريات البيولوجية يرجع إلى تعدد العوامل المؤثرة في معطياتها، وهذا هو مصدر التعددية في تفسير الظواهر التي تقنن لها هذه النظريات، وهذه التعددية تحول دون اعتبار أي واحد من هذه العوامل مسؤولا ١٠٠٪ عن أي شيء، فلو قلنا مثلا إن للمصادفة دورا في حدوث طفرة معينة فليس معنى هذا ان التغيير الذي حدث في الموضع الجيني Locus المحدد لها يمكن أن يؤدي إلى أي شيء، ولكن المقصود هو أن ما حدث أمر لا يمكن التكهن به لأنه ببساطة غير مرتبط بالاحتياجات العادية للكائن الذي حدثت له الطفرة.

## بحث حالات في التفسير البيولوجي

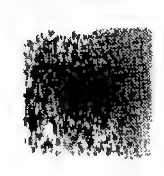
عندما يناقش فلاسفة العلوم النظريات العلمية، يركزون على الموضوعات الفيزيقية متخذين منها نمطا لباقي العلوم، مع أن القضايا البيولوجية، وبخاصة في مجال التطور، تختلف عن ذلك النمط كما رأينا من قبل، وما يساعد على توضيح هذا الاختلاف أن تُفحص بعض الحالات بمزيد من التفصيل، ودعوني أبدأ بالمثال البسيط التالي:



تدل دراسة التوزيع الحالي لأنواع الإبل على وجود فاصل جغرافي بين مناطق انتشارها (وهي آسيا وشمال أفريقيا وأمريكا الجنوبية)، فما سر عدم وجودها في أمريكا الشمالية (التي تصل جغرافيا بين آسيا وشمال أفريقيا)، ولا في جنوب أفريقيا (الواصل جغرافيا بين آسيا وأمريكا الجنوبية)؟ لتفسير ذلك، طبق «لويس أجاسيز L.Agassiz» نظريته في النشوء، فافترض أن نشأة الإبل تمت على مرحلتين: في الأولى نشأت ذوات السنام الواحد في العالم القديم، وفي الثانية نشأت ذوات السنامين (اللاما Lama) في أمريكا الجنوبية. ولقد أصبح هذا الرأي مرفوضا بعد عام ١٨٥٨ ليحل محله فرض جديد مؤداه أن الإبل في الماضي كانت موجودة في أمريكا الشمالية أيضا ثم انقرضت منها، ولقد تأكدت صحة هذا الفرض بعد أن اكتشفت هياكل بعضها ضمن أحافير العالم الجديد (قارة أمريكا الشمالية).

مشكلة أخرى أشد صعوبة هي ما فطن إليه «دارون» من ثغرات في السجل الجيولوجي. صحيح أن اكتشاف بعض الحلقات المفقودة قد ساعد على سد هذه الثغرات جزئيا، ومنها العثور على أحافير حيوان وسط في خصائصه بين الزواحف والطيور (اسمه العلمي أركيو بتركس Archaeopteryx)، ولكن الفجوة التطورية مازالت كبيرة بينه وبين أسلافه الزواحف من ناحية، وبينه وبين الطيور الحقيقية من الناحية الأخرى، وفي كتابه عن أصل الأنواع (١٨٥٩) أصر دارون على حتمية وجود تواصل تام بين حلقات سلسلة التطور وإن لم يسعفنا السجل الجيولوجي بما يؤيد ذلك... ولم ينل رأيه القبول الكافي إلا بعد نشر الكتاب بقرن كامل اكتشف فيه المزيد من الحلقات المفقودة.

ومشاركة مني في إلقاء الضوء على المشاكل الناتجة عن نقض السجل الجيولوجي، نشرت في عام ١٩٥٤ بحثا في Speciational evolution، طرحت فيه فكرة احتمال وجود عشائر صغيرة Populations من أنواع ذات وضع تطوري خاص في أزمنة ومناطق متفرقة، وأن قلة عدد الأفراد في هذه العشائر كانت حائلا دون تكوين أحافير تبقى لتدل على وجودها بعد انقراضها، ومن ثم نشأت تلك الثغرات في السجل الجيولوجي ممثلة في «حلقات مفقودة» إلى الأبد، وبعد نشر هذا البحث بقرابة العشرين عاما قام «الدردج Eldredge» و«جولد Gould» (١٩٧٢) بتنقيح هذه الفكرة وصياغتها في نظريتهما المعروفة Theory of Punctuated Equilibrium التي تمثل نقلة كبيرة لمفاهيمنا عن التطور وأصل الأنواع، ومثل هذه النقلات الفكرية الجريئة ـ طبقا لانطباعي ـ هي التي تتمخض عن النظريات الخطيرة في البيولوجيا.



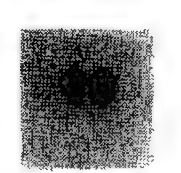
في كثير من الحالات يكون التسليم بصحة تعليل جديد لظاهرة معينة مقرونا بتغيير في مجمل النظرية المعمول بها لتفسير هذه الظاهرة، ومثال ذلك أن الشريطين البارزين - اللذين اكتشفهما «جلين رُوي Glen Roy» في أسكتلندة منذ حوالى ١٧٠ عاما وأسماهما «الطريقين المتوازيين Parallel Roads - قد اختلف علماء التاريخ الطبيعي اللاحقون في تحديد أصلهما وما هيتهما الجغرافية، ففي عام ١٨٣٩ اعتبرهما «دارون» مسارين ساحليين قديمين نشآ عن ارتفاع حاد في الأرض، وكان من شواهده على صحة ذلك: عثوره على قواقع بحرية على ارتفاعات كبيرة من جبال الإنديز Andese وحدوث ارتفاع حاد في شواطئ شيلي في أعقاب أحد الزلازل، ولم تكن هناك أي نظرية معقولة لتبرير تلك الظاهرة آنذاك. ولكن بعد سنوات قليلة قدم أجاسيز Agassiz نظريته التي أوضحت أن هذين الطريقين هما بقايا الخطوط الساحلية لبحيرة من العصر الجليدي، وهنا خَطّأ «دارون» نفسه واعتبر تفسيره «إخفاقا ذريعا» مع أنه كان - في جوهره - قريبا تماما من الحل الصحيح لأنه كان هو التفسير الوحيد المعقول قبل إعلان نظرية العصر الجليدي، وعلاوة على ذلك فإن المراجع الجيولوجية آنذاك كانت تعتبر ارتفاع القشرة الأرضية في مسارات محددة ظاهرة عادية، ومن هذه المراجع ما كتبه «تشارلز لييل Charles Lyell» الذي تلقى «داروين» العلم عنه. واعتبار هذه المسارات الساحلية فيما بعد شواطئ بحيرة جليدية ليس تغييرا جوهريا لما قاله دارون.

ومن الممكن - بالتأكيد - أن توجد حالات عديدة أخرى مماثلة لا يتغير فيها إلا العامل السببي الأساسي من دون مساس بجوهر النظرية.

### علم المعرفة التطورية الواعية

في ربع القرن الأخير ظهرت حركة فكرية سميت «علم المعرفة التطورية Evolutionary Epistemology (E.E.)»، لتقدم أسلوبا جديدا (افتراضا) في نظرتها إلى اكتساب المعرفة، وقد اختلفت أراء مناصريها ومعارضيها اختلافاً عظيما وصل إلى درجة ما بين التمجيد والتحقير من بون شاسع.

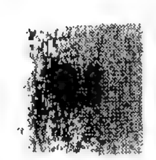
والواقع أن مصطلح المعرفة التطورية قد استعمل للتعبير عن عمليتين مختلفتين تماما، سأطلق على إحداهما اسم «المعرفة التطورية الداروينية» Darwinian E.E. (وسوف أحللها تفصيلا في الفصل الخامس)، وأسمي الثانية: «المعرفة التطورية الواعية Cognitive E.E.»، ومن اسمها اتخذت عنوانا لموضوع



حديثي الآن، وهذاالنوع من المعرفة يقول بأن في أدمغة الناس تراكيب معينة، هي وحدها التي تمكنهم من التعامل مع العالم الخارجي على حقيقته، وإن كل من كانت تنقصهم هذه الكفاءة قد انتهت علاقتهم بالحياة ـ إن عاجلا أو آجلا ـ من دون أن يتركوا من يخلفهم فيها.

إن كل العلماء المحدثين يفهمون تماما تعدد طرق إدراكنا للحياة الحقيقية، وأن حواسنا البشرية لا تتيح لنا إلا إدراك جوانب قليلة ومحددة منها. ولقد كشف دارسو علم الحيوانات الأولية Protozoans (بدءا من يننجز Jennings) عن صورة العالم بالنسبة لمخلوق وحيد الخلية، كما قدم لنا «فون وكسكل Von Uexkull» وصفا مصورا يتضح منه مدى اختلاف صورة العالم بالنسبة للكلب عنها بالنسبة لنا، ونحن الآن على يقين من أن العين البشرية لا تبصر من المجال الشاسع للموجات الكهرومغنطيسية إلا شريحة صغيرة ممثلة في الألوان السبعة من الأحمر إلى البنفسجي، ومع علمنا بوجود الأشعة تحت الحمراء التي هي مبعث الدفء والأشعة فوق البنفسجية، التي تدركها النحلة وغيرها من الحشرات في ألوان بعض الزهور التي لا تميزها العين البشرية. وبالنسبة لحاستي السمع والشم ثبت أن بعض الحشرات والحيوانات الأخرى (بما فيها بعض الثدييات) تدرك من الأصوات والروائح ما هو خارج نطاق إدراك الأذن والأنف البشريين... فما السر وراء محدودية الحواس البشرية؟ النظرية الأكثر قبولا هي أن أسلاف جميع الكائنات الحية المتعضية قد نجحت في البقاء والتناسل بفضل قدرتها على الإحساس بالحوافز المنبعثة من الوسط المحيط بها: كل في النطاق ذي الأهمية بالنسبة لبقائه حيا، وهذا صحيح أيضا بالنسبة للإنسان، وبناء على هذا يوجد حولنا أكثر من «عالم»، ولكننا لا ندرك من هذه العوالم إلا عالما واحدا هو المهم بالنسبة لحياتنا والكائن في نطاق قدرة حواسنا، وهو الذي قد يسمى، الكون الأوسط Mesokosmos، وحدوده الدنيا هي الجزيئات والقصوى هي مجرة درب اللبّانة Milky Way Galaxy [مجرة الطريق اللبني].

ويذكرنا الفيزيائيون بأن المنضدة التي نجلس إليها ليست في الحقيقة مادة جامدة كما تُنبئنا حواسنا، وإنما تتكون من ملايين الذرات لكل منها نواة تدور حولها إلكترونات تفصل بينها مسافات شاسعة نسبيا، ومعظم البيولوجيين المعروفين لي يقرون بمصداقية هذا التفسير، الذي ينسحب أيضا على غير ذلك من الظواهر التي لا تستطيع الحواس البشرية إدراكها، ولذلك يطلق عليهم



أحيانا اسم «الواقعيين العلميين»، وهم الذين يعتقدون أن نجاح أي نظرية رهن باتفاقها مع حقيقة عليا مسلم بأنها على الدرجة نفسها من الواقعية التي نلاحظها فيما تدركه حواسنا.

ولكن معظم الناس ـ بل ومعظم الفيزيائيين ـ في حياتهم اليومية ـ وبصراحة ـ لا يفهمون كنه المنضدة على هذا النحو، وفوق ذلك فإن ما نحرزه من تقدم في فهمنا لما نشاهده حولنا، صغيرا كان أم كبيرا ـ لم يضف جديدا من أي نوع إلى فهمنا الشمولي لحقيقة العالم الواقع في نطاق إدراك حواسنا، على الرغم مما وفره لنا الفيزيائيون والمهندسون من أجهزة كشفت لنا عالم ما تحت الذرات وما بين المجرات، ربما لأن فهم هذه المجاهيل ليس جوهريا بالنسبة لبقائنا وحياتنا.

فكيف إذن يمكن تكوين فكرة عن الفضاء والزمن وغيرهما من الخصائص الكونية التي ليست في متناول إدراكنا الحسي؟ هنا يأتي دور فلسفة «كانت Kant» في التأثير في تفكيرنا المعرفي، فهو يعتقد ـ على حد فهمي ـ أن دماغ الإنسان مصمم بحيث إن المرء ـ لحظة ولادته ـ تكون لديه بصيرة بهذه الخصائص الكونية؛ وعلينا أن نتذكر أن «كانت» كان أصوليا في معظم أوجه تفكيره، وكان مقتنعا بأن العالم بظواهره المتغيرة يتمثل في تفكيرنا قبل الولادة، أي من دون سابق خبرة شخصية.

وفي عام ١٩٤١ وضع كونراد لورنز Konrad Lorenz نظرية في المعرفة التطورية على أساس هذه الفكرة التي كان ينادي بها سلفه «كانت» وشبه التراكيب الدماغية المؤهلة للمعرفة بزعانف الحوت الوليد التي تؤهله للسباحة، وقرر «أنها كأي تراكيب مورفولوجية خضعت للانتخاب عبر الأجيال لتظل ملائمة لوظيفتها». ويبدو لي أن كلام «لورنس» شبيه في أساسه بحقيقة أن العيون توجد في الجنين قبل الحاجة إليها بوقت طويل.. وحتى الكائنات البدائية جدا Protists قد زُوِّدت أجسامها ـ التي لا تُرى إلا بالمجهر القوي التكبير ـ بما يمكنها من الإحساس بما يصادفها في بيئتها والتصرف المناسب إزاءها وتفادي الأخطار؛ وعبر أكثر من بليون سنة من الانتخاب الطبيعي، عُدِّل البرنامج الجيني لبعض البدائيات البسيطة ونُقح وطُور إلى أن تكوّن منه البرنامج الجيني للنوع البشري في صورته الراهنة.. وهكذا قدّم الفهم البيولوجي الجديد لطبيعة البرامج الجينية تفسيرا لما ظل الفلاسفة، لوقت طويل، يعتبرونه سرا مغلقا.

إنني أعتقد بضرورة قبول فكرة أن تطور الإنسان من الرئيسيات، كان مقرونا بتكون دماغ متطور وقادر على حل المشاكل التي كانت ـ وما زالت ـ فوق قدرة دماغ أرقى الرئيسيات وهو «الشمبانزي». ومع هذا يظل أمامنا سؤال بلا جواب وهو: كيف وإلى أي مدى اكتسب الدماغ البشري الحديث بنيته المميزة للنوع الإنساني؟

## برامج مقفلة وبرامج مفتوحة

الأدلة كثيرة على أن الدماغ البشري قد بلغ كفاءته الحالية منذ حوالى ١٠٠ ألف سنة في وقت كان أسلافنا على مستوى ذهني بدائي جدا (انظر الفصل الحادي عشر)، بينما كان دماغنا آنذاك على المستوى الذي مكنه الآن من تصميم أجهزة الحاسب الآلي، ويبدو أن الأنشطة الذهنية العالية التخصص التي نشاهدها اليوم بين بني الإنسان، لا تتطلب بنية دماغية انتُخبت بالعمليات التي أشار إليها «دارون» لتصبح قادرة على إنجاز كل هذه المهارات.

ومن المؤكد أن المهارات البشرية المختلفة تتحكم فيها مناطق مختلفة من الدماغ، ولكن نظرا لشدة جهلنا الحالي بالطريقة التي يعمل بها الدماغ، فسوف نضِل لو قطعنا بوجهة نظر محددة عن التراكيب الدماغية المسؤولة عن معرفة المعالم والتعرف عليها، ومع ذلك فإن ما نعلمه حاليا يكفي أساسا لتمييز ثلاثة أنواع من المناطق الدماغية.

وأولى هذه المناطق هي تلك المتحكمة في الغرائز وأعمال ردود الفعل الانعكاسية Reflexes ومعظم أنماط الحركة، وغير ذلك من الأعمال التي تسير وفقا لما يمكن تسميته بالبرامج المقفلة، فالمناطق المتحكمة فيها قد جمدت على ما بُرمجت عليه منذ البداية rigidly programmed، ولا نعلم ما إذا كانت هذه الطائفة من الأنشطة تضم أعمالا سلوكية أكثر تعقيدا أم لا؟ (وإذا وجدت فما هي؟).. على أن البحوث في مجال سلوك الطفل تشير إلى احتمال وجود أعمال سلوكية من هذا النوع أكثر مما تعودنا أن نظن.

والشريحة الثانية من المناطق الدماغية هي تلك المهيأة للبرامج المفتوحة، حيث إنها بعد الولادة تظل مهيأة لاستقبال المعلومات من الوسط الذي يعيش فيه الطفل وإصدار الإشارات للتصرف بإزائها بالطريقة المناسبة، ودائرة نفوذ هذه المناطق الدماغية تشمل كثيرا من مكونات جهازنا المعرفي، مثل القدرة

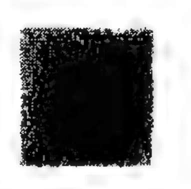
على تعلم اللغات أو اكتساب العادات الحميدة، وأفضل وقت لاكتساب القدرة على أداء هذه المهارات هو الطفولة المبكرة، حيث إنها بمجرد اكتسابها يصعب نسيانها أو إزاحتها.

وهذه الطائفة من السلوكيات التعليمية تشبه الانطباع البسيط Simple Imprinting كما يسميه علماء الأخلاقيات Ethologists. ومن أمثلته انطباع صورة الأوزة في منطقة معينة من دماغ فرختها. وبالمثل تُسجَّل كل تجربة جديدة تمر بالطفل في المنطقة المناسبة من دماغه لتضاف إلى ما سبقها من تجارب مماثلة، فتنمو خبرة الطفل مع نموه، وربما كانت أفضل طريقة لفهم ما ولدنا عليه من استعداد للتعرف على الحياة ـ كما وصفها «كانت» و«لورنس» وغيرهما من أساطين التطوريين ـ هي أن ننظر إليها على أنها برامج مفتوحة.

وأخيرا نأتي إلى الشريحة الثالثة من مناطق الدماغ، تلك التي تختص بالذاكرة، حيث تُخْتزن فيها كل أنواع المعلومات التي اكتسبت طوال الحياة، ومن الحق أننا لا نعرف شيئا عن أقسام الدماغ المختصة بهذه الوظيفة، وإن كان من الممكن التمثيل لها بنوعين هما: الذاكرة القريبة والذاكرة البعيدة.

ويختص علم المعرفة الراعية بعمل الشريحة الثانية من مناطق الدماغ، تلك التي تطورت من خلال الأصدقاء لتمد الوليد ببرامج مفتوحة مناسبة، تُخْتزن فيها المعلومات المهمة والنوعية. والشيء الذي مازال مجهولا بدرجة كبيرة عن تلك المناطق هو درجة تخصصها، ومن المحتمل ـ فيما يبدو ـ أن قدرا كبيرا من هذا التخصص يتم بعد الولادة، ومما يدل على ذلك السهولة النسبية التي تُحْمل بها وظائف الأجزاء التالفة من دماغ الشخص صغير السن إلى مناطق أخرى.

كيف يمكن أن يتجمع من كل هذا مقياس لتقييم عملية المعرفة التطورية الواعية؟ إنني أستنتج أن الإحساس بالعالم من حولنا وتفهمه لا يحتاج إلى تراكيب دماغية رفيعة التخصص، وبشكل إجمالي، يبدو أن ارتقاء الجهاز العصبي المركزي لا يؤدي بالضرورة إلى تراكيب عصبية عالية التخصص، وإنما إلى استمرار تحسين البنية العامة للدماغ، مما يؤدي، ليس فقط إلى التغلب على التحديات التي واجهت الإنسان البدائي، بل أيضا إلى اكتساب قدرات لم تكن مطلوبة وقت انتخاب تحسينات الدماغ (كالقدرات التي يتطلبها لعب الشطرنج مثلا) وبالإجمال، فإنه يبدو لي أن المعرفة التطورية الواعية ليست شيئا ثوريا، إنما هي امتداد طبيعي لتطبيق الفكر التطوري الداروني في مجال المعرفة بعلم الأعصاب.



## البحث عن اليقين

يوصف هدف العلم عادة بأنه البحث عن الحقيقة، ولكن ما هي الحقيقة؟ إن معارضي دارون المسيحيين لم يتحروا قط البحث عن الحقيقة في كل كلمة من الإنجيل قادتهم إلى الاعتقاد أن الله هو خالق كل شيء في هذا العالم، فالقول بدوران الأرض حول الشمس ومثل ذلك، مما كان يعتبر تجديفا في أزمنة سابقة، أصبح الآن يعتبر حقيقة مطلقة. وكذلك الحال بالنسبة لكروية الأرض، ويعلم مؤرخو التاريخ كم من الأمور كانت تعتبر في الماضي حقائق لا جدال فيها، ثم اتضح في وقت لاحق أنها أخطاء، ومن ذلك اعتقاد الفلكيين ـ قبل عصر «كِبْلَر» ـ أن أفلاك الأجرام السماوية تامة الاستدارة، وحتى ثمانينيات القرن التاسع عشر كان من المتفق عليه عالميا أن الصفات التي يكتسبها الفرد يمكن أن تنتقل وراثيا إلى ذريته... ولا أحد منا يعرف أي معتقدات جيلنا الحالي سيتسبب التقدم العلمي في رفضها؟

من المسلم به بين العلماء كحقيقة لا تقبل الجدل، أن نظام تتابع الأحافير في طبقات الأرض يمثل وثيقة تدل على صحة نظرية التطور، ولكن مازالت الكشوف العلمية تتوالى، وبعضها يقينيّ إلى درجة عالية، ولكن ينبغي ألا نفزع كثيرا إذا حلت محلها نظريات بديلة معدلة قليلا أو كثيرا، فالعلماء لم يعودوا يصرون على وجود ما يسمى «الحقيقة المطلقة»، وإنما يرضيهم أن نظرية معينة قد صمدت أمام كل محاولات التفنيد، وظلت قادرة على تفسير كل ما هو مفروض أن تفسره، ولقد ظل الاعتقاد سائدا لأكثر من قرن أن معادلات «نيوتن» هي الحقيقة المطلقة، ثم جاءت نظريات «أينشتين» في النسبية لتكشف لنا عن خطأ معادلات «نيوتن» في حالات معينة.

وأقرب شيء إلى المنطق هو الاعتراف بأن معظم النظريات العلمية قد توافرت فيها المقومات التي تجعلنا نعتبرها حقائق مؤكدة، بينما اختلف نصيب نظريات أخرى من هذه المقومات، مما يجعلها موضع مفاضلة، فلو تساوى هذا القدر في نظريتين «متنافستين» فالنظرية الأكثر نجاحا في حل المشاكل (وبخاصة الصعبة) هي التي نأخذ بصحتها إلى أن تظهر أخرى أقوى منها، هكذا قال «لاودان Laudan» فيما أعلنه عام ١٩٧٧.

على أن مصداقية التفسيرات العلمية لا تخلو من نقاط الضعف، فالقول بأن الانتخاب الطبيعي قد ساعد على جعل امتلاك الريش صفة مميزة للطيور، هو افتراض يكاد يكون حقيقة مؤكدة، ولكن إثباته مستحيل، شأنه شأن معظم الأحداث التي وقعت في الماضي السحيق، وفوق ذلك فالأمر الأصعب إثباته هو السبب في كون امتلاك الريش ذا فائدة «انتخابية» للطيور: هل هو حماية هذه الفقاريات (ذات الدم الدافئ) ضد البرد؟ أم ضد الإشعاع الشمسي المفرط؟

في كل فرع من فروع العلم مشاهدات مازالت مجهولة السبب تماما، فمثلا هناك أنواع معينة من اللافقاريات ـ وبالتحديد تلك التي يطلق عليها اسم «الأحافير الحية» ـ قد بقيت من دون تغيير لأكثر من مائة مليون سنة، بينما أنواع معاصرة لها إما انقرضت أو تطورت بدرجة هائلة، فلماذا؟، ولماذا تتفانى الأفراد العقيمة في مستعمرات الحشرات الاجتماعية في رعاية صغار لم تنجبها؟، ولماذا نجح في البقاء نوع معين من الطيور لا تشرك ذكوره إناثه في رعاية الصغار بنفس درجة نجاح نوع آخر تتقاسم ذكوره وإناثه هذه المهمة؟ (هل لأن الصغار في أحد النوعين تطعم الثمار وفي النوع الآخر تأكل الحشرات؟)، مثل هذه الألغاز المحيرة قد قل عددها الآن عما كان عليه منذ خمسين أو مائة سنة بفضل اجتهاد العلماء في تفسيرها. ولقد كان للكيمياء الحيوية الفضل في إلقاء الضوء على الجوانب الفسيولوجية لمعظم هذه الألغاز، ولكن بقيت بعضها من دون تفسير، وأهمها متعلق بعمليات بالغة التعقيد في مجال الحياة العضوية، ومن أمثلتها تطور البيضة المخصبة إلى كائن بالغ، وقيام الأجهزة العصبية، وبخاصة الدماغ، بوظائفها: صحيح أننا قد أحرزنا قدرا معقولا من ا لتقدم في فهم معظم العمليات الفردية في هذين المجالين المهمين، ولكن الذي مازال فوق مستوى أفهامنا هو التكامل بين العمليات المفردة في كل حالة، والقوة الموجهة لسيرها في طريقها الصحيح.

وقد اتخذ البعض من غير العلماء هذه الثغرات ذريعة للمغالاة في استهانتهم بإنجازات العلم، لدرجة قولهم بأن كل ما توصل إليه العلماء لا يتضمن شيئا موثوقا في صحته. بل إن بعض الفلاسفة قد تساءلوا بالفعل عما إذا كان بإمكاننا على الإطلاق الوصول إلى الحقيقة المطلقة حول أي شيء؟ وهذا التشكيك يقودنا إلى الأسئلة التي ستكون الإجابة عنها موضوع الفصل الخامس.



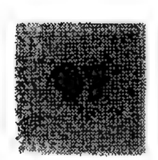
# 5 هل يتقدم العلم؟

معظم العلماء العاملين ومن لهم اهتمام بالعلم من عامة الناس مقتنعون بأن أقدامنا ثابتة على طريق التقدم في فهمنا للطبيعة، وذلك بفضل ما تحققه الأجيال المتعاقبة من العلماء من إنجازات. ومن هذا المنظور قد تبرز بعض الأسئلة التي يبدو أنها ستبقى فوق قدرتنا على الإجابة مثل: «لماذا وُجد عالمنا؟ ولماذا شيد على هذا النحو؟، ولكن بقاء مثل هذه الأسئلة سيحفزنا على مواصلة البحث في كل فروع العلم.

غير أن الاعتقاد بأن العلم قد تقدم وسيواصل التقدم ليس متوافرا لدى الجميع، ففي أثناء الخمسين عاما الماضية تحولت فلسفة العلم عن موقفها الصارم، المقرون بالاعتقاد بضرورة وجود الحقيقة المطلقة إلى موقف مرن يكتفي بمحاولات الاقتراب مما هو مفروض أن يكون حقيقة؛ وقد أغرى ذلك بعض المعلقين إلى اتخاذه قرينة على أن العلم لا يتقدم، وأدى ذلك إلى نشوء حركات مضادة للعلم تدَّعي بأنه ما دام العلم لا يأخذ بأيدينا إلى الحقيقة النهائية حول العالم الذي يحيط بنا، فهو إذن نشاط ضائع أو مضيِّع.

«لا يتحتم أبدا أن يكون الطريق إلى الرؤية الجديدة خطا مستقيما».

**المؤلف**

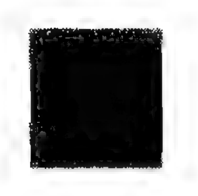


والقارئ للأعمال العلمية المنشورة حاليا قد يستطيع أن يفهم كيف نشأت مثل هذه النظرات السلبية. وبالنسبة للمراقبين من الخارج، فإن التناقضات التي يبدو أنها مستعصية على الحل في بعض قضايا التطور البيولوجي والبيئة والجغرافيا الحيوية وتباين أنواع الأحياء، والبرنامج الجيني للتكيّف والتحديد العلمي للنوع (وكثير غير ذلك سأناقشه في الفصول القادمة)... هذه التناقضات قد تقودنا بسهولة إلى استنتاج أن الأفق ملبد بالغيوم التي لا يبدو من خلالها شعاع يضيء لنا الطريق نحو حقيقة متفق عليها، وبالتالي فلا أمل في أي تقدم علمي حقيقي. وهذه النظرة المتشائمة ليست مقتصرة على المراقبين الخارجيين، بل إن حفنة من العلماء أنفسهم يعتقدون بأن محاولات الوصول إلى إجابة عن مثل هذه الأسئلة توشك أن تفضي إلى طريق مسدود.

وهكذا استمرت مناهضة فلاسفة العلوم لفكرة التقدم العلمي حتى عام ١٩٩٣، عندما أصدر «كِتْشَر» Kitcher بيانه الذي أسماه الأسطورة «Legend» وفيه يعترف بنجاح العلم في تحقيق أهدافه، ويشيد بما حققه علماء الأجيال المتعاقبة من إنجازات اختصرت المسافة بيننا وبين الحقيقة، وأنا أعترف بتأييدي لهذا البيان على الرغم من ثقتي في أن هذا الاعتراف سيجعلني رجعيا في نظر أولئك المنكرين لتقدم العلم، ولكنني أود منهم أن يحددوا لي ما العلم الذي يشيرون إليه؟ إن العلوم التي أعرفها أنا أحسن المعرفة قد حققت إنجازات منسجمة تماما مع بيان «كتشر»، وهذا ما أراني مضطرا إلى الاعتراف به.

إليكم بعض الأمثلة: إن تتبع تاريخ علم الجيولوجيا منذ عصر «ڤيرنر Werner» و«ليل Lyell» يشهد بما تحقق من تطور في هذا العلم وصل بنا إلى عصر التكتونيات، ولو قارنا ذلك بما حدث في تاريخ التطور العضوي منذ عصر لامارك إلى ما وصلنا إليه في أربعينيات القرن العشرين من التخليق التطوري Evolutionary Synthesis، لكان أمامنا ما يتحتم اعتباره ثورة على الاعتقاد السابق بأن العالم لا يتغير. ومثل هذا التقدم حدث في مجال العلوم الكونية منذ عصر «بطليموس» إلى «نيوتن» ومن جاء بعده من أساطين الفيزيقا الفلكية، ناهيك عن التطور المطرد في التفكير العلمي من عهد «أرسطو» إلى «جاليليو» و«أينشتين» بفضل ظهور علم «ميكانيكا الكم».

ومن الممكن سرد أمثلة أخرى عن تقدم مماثل في مختلف العلوم الحياتية وبخاصة البيولوجيا التطورية، ويتوج ذلك ما شهدته أربعينيات القرن العشرين



من إنجازات متصلة في مجال البيولوجيا الجزيئية الذي لم يكن له وجود فعلي حتى عام ١٩٤٠، فأصبح الآن علما شامخا، كما أن كل الإنجازات الطبية قامت على أساس التقدم في البيولوجيا وغيرها من العلوم الأساسية، وبوسعي أن أتناول القضايا البيولوجية واحدة بعد أخرى، وأوضح كيف أن النظريات المتتابعة قد ازدادت نجاحا في تفسير الحقائق.

ولكن ما الذي نعنيه بالضبط بالتقدم العلمي؟ إننا نقصد به إقامة نظريات أقل من سابقاتها قابلية للتفنيد وأقدر على تفسير الظواهر وأفضل فيما تتيحه لنا من تكهنات صادقة، وهذا ينطبق على معظم فروع العلم، وعلى أي حال، فإن تاريخ العلم يؤكد أن التناقض بين نظريتين حول أي مشكلة كان يزول بقيام نظرية ثالثة قوية تحل محلهما.

وكثيرا ما يبلغ نجاح إحدى النظريات بها حد أن تكون هي الوحيدة القادرة على تفسير ظاهرة معينة في هذا الوقت بالذات، ولكن هذا لا يعني أنها هي الكلمة النهائية، ومن هذا النوع مئات من النظريات التي نجحت عالميا، ولكنها لم تصمد للتفنيد، وسرعان ما أصبحت باطلة. ولعله من المناسب أن نذكر بعض الحالات مثل: نظرية «شوان Schwann» عن نشأة خلايا جديدة من النواة ونظرية توارث الصفات المكتسبة، والوراثة التوليفية Blending Inheritance، ورفض هذه النظريات الآن بعد أن كانت هي السائدة هو دليل على التقدم العلمي، فالعلماء في محاولات دائمة للوصول إلى ما هو أفضل. والنظريات التي حلت محل ما ذكرناه قد صمدت في وجه محاولات التفنيد العديدة، ومازالت حتى الآن متوافقة مع الشواهد والأدلة المتاحة.

ويكافح كثير من المؤلفين في سبيل نجاح نظرياتهم، ومن بينهم وربما في مقدمتهم «دارون» مع نظريتيه في التكوين الشمولي Pangenesis والتنوع المتزامن Sympatric Speciation (طبقا لقاعدة التشعب Divergence)، اللتين أدى تفنيدهما إلى استبعادهما. ويمدنا تاريخ علم الوراثة الجينية بما يدلنا بوضوح على أن الجزء الأكبر من التقدم العلمي راجع إلى استبعاد النظريات الخاطئة.

ولكي نتحرى الدقة نقول إنه لا يتحتم أن يكون تغيير النظرية العلمية دائما دليلا على التقدم، إذ قد ثبت العكس في بعض حالات نذكر منها ما حدث فيما بين ١٨٩٠ و١٨٩٩ من اعتبار البروتينات هي لبنة بناء المورثات (الجينات) وليست مادة «نيوكيلين Nuclein» (طبقا لنظرية سابقة)، ثم رجحت كفة

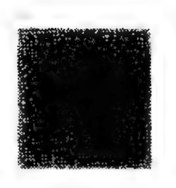


النظرية القديمة، واعتبر تغييرها خطوة إلى الوراء وليس تقدما علميا، والشيء نفسه يمكن أن يقال عن نظريات المندليين عن الوثبات التطورية النمطية Typological Saltational Evolutionary Theory» والتي تمكن من خلالها كل من «باتيسون Bateson» و«ديفري Devries»، من نبذ نظرية دارون عن التطور العشائري المتدرج Gradual Populationary Evolution التي كانت سائدة، والذي تعلمناه من هذه الحالات هو أنه من الخطأ أن نتخلى نهائيا عن نظرية من أول محاولة لتفنيدها، بل الواجب أن نتمسك بها إلى أن نستنفد كل الاختبارات ويثبت خطؤها قطعيا.

لا يتحتم أبدا أن يكون الطريق إلى الرؤية الجديدة خطا مستقيما، فالحقيقة أن حل كل سؤال علمي ـ صغيرا أو كبيرا ـ يؤدي إلى أسئلة جديدة، بحيث يبقى في العادة شيء يحتاج إلى تفسير، لا طبقا للقواعد الثابتة ولكن للرأي الشخصي الذي يعطينا جوابا يحتاج إلى المزيد من التحليل والتفسير، وإذن فمسيرة العلم ستظل بلا نهاية.

والأنشطة التي تشغل اهتمام العلماء ووقتهم لا تقود كلها بالضرورة إلى تقدم علمي. ففي كل مجال توجد عقول «كهنوتية» تجد متعة في خلق التعقيدات، وتحب إنشاء البنوك للبيانات، والانهماك في أنشطة أخرى قد تفيد العاملين خارج المجال الأصلي من دون أن تحقق أي تقدم فيه، ولهذا السبب ـ وغيره من الأسباب المعقولة ـ يتخوف معظم المشتغلين بالعلم من النظر إلى المشاكل الكبيرة التي تحتاج إلى الحل في مجالات عملهم، فيصبح نشاطهم في جوهره تكرارا لأعمال من سبقوهم، كأن ينظر أحدهم إلى ما نشره غيره عن نوع معين من ذبابة «دروسوفيلا» المستخدمة في بحوث الوراثة، ثم يعيد إجراء التجارب نفسها على سلسلة أخرى من النوع الحشري نفسه أو على أفضل تقدير نوع آخر من الجنس نفسه، ولربما يتوصل بعضهم إلى قدر هائل من الحقائق، ولكنهم يخفقون في أن يستخلصوا منها ما يصلح أساسا لتصور جديد للمشكلة موضوع الدراسة.

وبعض الباحثين يحصرون أنفسهم في إطار موضوع شديد التخصص، ويهملون التواصل الفكري مع المشتغلين في المجالات المجاورة على الرغم من أهمية هذا التواصل في تفسير الظواهر العلمية، وكثيرا ما يكون تطوير النظريات العلمية نتيجة الاحتكاك بين أفكار المشتغلين في عدد من المجالات



المتقاربة، وإحراز التقدم العلمي لا يتم أحيانا بتغيير النظريات، وإنما بتوسيع قاعدة فهم النظريات القائمة، بحيث تتخذ منطلقا لاستنباط العديد من الأفكار الجديدة.

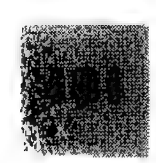
إن معظم الذين هاجموا فكرة التقدم العلمي كانوا فلاسفة أو عاملين في مجالات غير علمية، لا تتوافر لديهم الخبرة بمقاييس الحكم على ما تصدوا له من تقييم الفكر العلمي، وكل ما أعرفه عن العلم يقودني إلى معارضة ما يدعونه، ولقد بقيت معظم أسس العلم المعاصر راسخة على امتداد أكثر من مائتي سنة، كما أن فهمنا الحالي للعالم أصبح الآن على درجة ملحوظة من التكامل.

على أن هناك حالات قليلة لم يحرز العلم فيها التقدم المنشود، مثل طريقة عمل الدماغ والنمط الجيني Genotype، ولكن يتحتم أن نؤكد أن هذه الحالات هي مجرد استثناءات. ومع ذلك مازال التشكيك في التقدم العلمي يدفعنا إلى تقديم المزيد من الوثائق الصحيحة على التقدم المطرد في مختلف مجالات العلوم وبخاصة البيولوجيا. ولكي أقدم الدليل المادي على التقدم الحقيقي، إليكم هذه الدراسة التحليلية المفصلة لحالة واحدة مختارة.

### التقدم العلمي في بيولوجيا الخلية

نشر «روبرت هوك Robert Hooke» أول بحث في علم الخلية (السيتولوجيا) بعنوان Micrographia وكان ذلك عام ١٦٦٧ حيث استعملت كلمة خلية Cell بمعناها البيولوجي لأول مرة، ثم توالى وصف الأشياء المجهرية (الميكروسكوبية) التي لا تراها العين المجردة على مدى المائة والخمسين سنة اللاحقة بوساطة ثلاثة من المِجْهَريّين البارزين هم «جرو Grew» و«ملبيجي Malpighi» و«ليفنهوك Loewenhoek»، ومع ذلك ظلت دراسة الكائنات الدقيقة أقرب إلى المتعة والتسلية منها إلى العلم الجاد، ولم يكن هناك إلا القليل مما يمكن وصفه بأنه جيد في الفترة من ١٧٤٠ حتى ١٨٢٠؛ وعلى الرغم من التركيز على وصف الأجسام الطويلة الشكل كالألياف، إلا أن «الخلية» نادرا ما كانت محل الاهتمام.

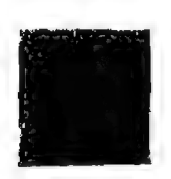
وكان تحسين صناعة العدسات المكبرة - وأهمها كان من صنع «أبِّي Abbe» في عشرينيات القرن التاسع عشر، ثم اكتشاف التكبير المفرط الذي يحققه الغمر بالزيت Oil Immersion - سببا في إحراز تقدم ذي شأن في هذا المجال



في الفترة ما بين ١٨٢٠ و١٨٩٠، كما ساعد على ذلك التقدم تحسين وسائل إضاءة الأجسام تحت الفحص، واستخدام الكيماويات في تثبيتها على حالتها وهي حية، وكذلك استعمال مختلف أنواع الأصباغ لإبراز التباين بين المكونات المختلفة للخلية (الجدار والنواة والسيتوبلازم والعضيات Organelles). ثم تمكن بعض الباحثين مثل «براون Brown» و«شلَيْدن Schleiden» و«شوان Schwann» من استطلاع المزيد من الخلية بوساطة ميكروسكوبات بدائية صنعوها بأنفسهم، وكان عدم دقتها سببا في تسجيل مشاهدات خاطئة أو غامضة، أدت إلى بعض التناقضات التي زال معظمها فيما بعد بفضل قيام بعض شركات البصريات بإنتاج ميكروسكوبات محسنة سهلت فحص الخلايا إلى درجة كبيرة، وساعدت على ذيوع الدراسات السيتولوجية.

على أن الانطباع بأن دراسة الخلية بدأت على يدي «شليدن» و«شوان» يزول عندما نتتبع تاريخ البيولوجيا إلى أبعد من ذلك لنكتشف أن «ماين Meyen» (١٨٠٤ـ ١٨٤٠) قد نشر بحثا شاملا مفصلا ودقيقا عن الخلايا النباتية، سجل فيه ظاهرة التزايد العددي للخلايا عن طريق الانقسام، واستخدم مادة اليود في صبغ حبيبات النشا في السيتوبلازم، ووصف بدقة البلاستيدات الخضر (العُضَيّات التي تقوم ببناء الكربوهيدرات في عملية التمثيل الضوئي). ولكن هذا الباحث مات شابا (٣٦ عاما)، ولو امتد به العمر لاحتل اسمه مكانا في لوحة الشرف في تاريخ البيولوجيا.

على أن «ماين» لم يكن وحيد عصره، إذ إن تلك الفترة شهدت إنجازات طيبة في مجال علم الخلية على يد بضعة باحثين نذكر منهم «روبرت براون» الذي أعلن في عام ١٨٣١ اكتشافه جسما في وسط الخلية أسماه النواة، وإن كان لم يذكر شيئا عن أهميتها، وبعد ذلك بسبع سنوات نشر عالم النبات، «شليدن» بحثا أعلن فيه أن الخلايا الجديدة تنشأ من نمو النواة، ولذلك أعاد تسميتها «أمَّ الخلايا Cytoblast»، التي زعم أنها تتكون من السائل الذي تحتويه الخلية، ومن الواضح أن هذا الكلام يعني أن الخلية نشأت طبقا لنظرية التكوين المتتابع، وهو رأي مناسب للمناخ الثقافي السائد آنذاك، والمعروف باستنكاره لفكرة التشكيل القبلي (انظر الفصل الرابع). ولكن «ماين» بادر ـ قبل وفاته ـ بنشر رسالة نقد لكلام «شليدن» أعاد فيها مقولته السابقة بأن الخلايا الجديدة تتكون بانقسام الخلايا القديمة، وهي عملية

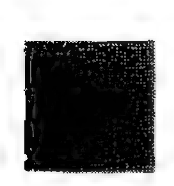


يراها «شليدن» تحمل طابع التشكيل القبلي، وعلى الرغم من أن التقدم العلمي أثبت صحة رأي «ماين»، إلا أن هذا لم يشفع له فيما كان يعتقده عن نواة الخلية من أفكار خاطئة.

ومن واقع ما أجراه «شليدن» من فحوص سيتولوجية لأجزاء النبات، أكد ما سبق أن توصل إليه «ماين» من أن أي نبات يتكون بالكامل من خلايا، وإن كانت بعضها متحورة لدرجة كبيرة، ومما ساعد هذين الباحثين على الوصول إلى هذه الحقيقة أن للخلايا النباتية جدرا واضحة تفصل بينها (على خلاف الخلايا الحيوانية التي لا يفصل بينها إلا أغشية بالغة الدقة)، ولكن «تيودور شوان» تمكن في عام ١٨٣٩ ـ بعد فحص العديد من الأجزاء الحيوانية ـ من أن يتوصل إلى النتيجة نفسها بالنسبة للحيوانات، وإن اختلفت خلاياها عن الخلايا النباتية، غير أنه وقع في الخطأ نفسه الذي سبقه إليه «شليدن» بإقراره نظرية نشأة الخلايا الجديدة من نوى الخلايا القديمة، لكنه فقط أضاف أن النوى الجديدة يمكن أن تنشأ من مادة بين خلوية Intercellular Material.

والحقيقة أن نظرية «شليدن وشوان» عن نشأة النوى الجديدة من مادة خلوية (السيتوبلازم) أو بين ـ خلوية ـ أو حتى مواد عضوية لم تتشكل بعد. هذه النظرية تنسجم جيدا ليس فقط مع فكرة التكوين التتابعي التي يؤمن بها علماء الأجنة، بل أيضا مع نظرية التكون الذاتي Spontaneous Generation التي ظلت تلقى قبولا واسعا حتى ذلك الوقت، غير أن نظرية تكوين نوى أو خلايا جديدة من مواد عضوية غير متشكلة، كانت موضع تفنيد قوي في عام ١٨٥٢ من «ريماك Remak» الذي أوضح أن كل خلية من كل نسيج في جنين الضفدع إنما هي نتيجة انقسام خلية موجودة قبلها بدءا من الخلية البيضية، وبعد ذلك بثلاثة أعوام أُتْبِع ذلك بنشر مؤلف كبير موضح جيدا بالصور زاد جرعة التفنيد الموجه إلى نظرية «شليدن وشوان». وفي السنة نفسها أيد «فيرتشو Virchow» استنتاجات «ريماك» وصَكَّ تعبيره الشهير: «كل الخلايا من خلايا»، وليس بمستغرب أن يكون «فيرتشو» أيضا معارضا قويا لنظرية التكون الذاتي.

وليس من السهل تحديد العوامل الحقيقية وراء ما لحق نظرية نشأة الخلايا من تغيير، وإن كان المفروض أن في مقدمتها اختيار «ريماك» مادة مناسبة للفحص هي جنين الضفدع، يضاف إلى ذلك التقدم في



صناعة الميكروسكوبات والتقنيات المجهرية. المهم أن النظرية الجديدة كانت تبدو مضادة لنظريتي التكوين التتابعي والذاتي السائدتين آنذاك، ومن الواضح أن الاكتشافات الواقعية قد «كنست» عن طريقها كل المعطيات والأفكار الخاطئة.

### محاولة فهم نواة الخلية

لم تتضمن النظرية الخلوية الجديدة ما يلقي الضوء على ماهية النواة على الرغم من أن «ريماك» قد أوضح جيدا أن انقسامها يسبق انقسام السيتوبلازم. إلا أن هذه الملاحظة قد تجاهلها الآخرون بمن فيهم أحد رواد علم الخلية وهو «هُفْمَيَسْتَر Hofmeister»، ونتيجة لذلك لم يُعْتَرف بحقيقة أن وجود نواة ضروري لتكوين أخرى، ولم يتمكن «فلمنج Fleming» من صك شعاره المشهور «كل النوى من نوى» إلا بعد ثلاثين عاما.

إنها حقا عملية الإخصاب التي قدمت لنا في النهاية أهم مفاتيح المشكلة، وكانت البداية هي ما قدمه «كوليكر Kolliker» من دليل على أن البيضة خلية وما قدمه «جيجنبور Gegenbour» من دليل على أن «الحَيّمن (الحيوان المنوي) خلية أيضا، على أن دورهما في عملية الإخصاب وما يتلوها من نمو وتكوين جنيني قد ظل في البداية موضع خلاف كبير، فالإخصاب في نظر المشتغلين بالفيزيقا ما هو إلا عملية فيزيقية، قوامها نقل الانفعال الناتج عن تلامس الحيمن بالخلية البيضية، أي أنه ببساطة إشارة بدء تفلجها. على أن معارضي هذا الرأي كانوا يعتبرون الإخصاب «رسالة» يحملها الحيمن إلى البويضة التي هي الشق المهم حقا في عملية الإخصاب.

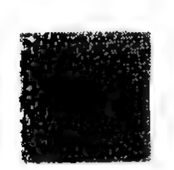
قبل أن يتحقق الانتصار لوجهة النظر الأخيرة، كان لا بد من استبعاد عدد من الأفكار الخاطئة عن عملية التكوين، وأهمها فكرة التشكيل القبلي Preformation (الاعتقاد بوجود مخلوق مصغر «معَلَّب» إما في الحيمن وإما في البويضة). ولقد لاقت هذه الفكرة تسفيها لا رحمة فيه من قِبَل العلماء بدءا من «بلومِنْباخ Blumenbach» لتحل محلها نظرية التكوين التتابعي Epigenesis (الاعتقاد بأن التكوين يبدأ من كتلة غير متميزة تكتسب التشكل من قوة خارجية).

والفكرة الثـانيـة التي لاقت القـبـول هي فكرة اشـتـراك الحـيـمن والبويضة - بالتساوي - في تكوين الجنين بكل خصائصه المميزة، ومعنى ذلك الاعتراف بالجوانب الجينية لعملية الإخصاب، وأول دليل على ذلك كان في ستينيات القرن الثامن عشر عن طريق تجارب التهجين التي أجراها «كولريتر Koelreuter» الذي ظلت أعماله مجهولة حتى أعلن آخرون في سنوات لاحقة عن نتائج مماثلة، وكان قبول فكرة أن للحيمن دورا أهم من مجرد حفز البويضة على التفلج Cleavage، ومن المستغرب أن «ميشر Miesher» (مكتشف الحمض النووي) قد ظل متمسكا بالأسلوب الفيزيائي في تفسير الظواهر البيولوجية في سبعينيات القرن التاسع عشر.

في غضون الربع الثالث من القرن ١٩، نجح بعض الباحثين في تسجيل عملية ولوج الحيمن في البيضة، بل واندماج نواتيهما أحيانا، غير أنهم أساءوا فهم مشاهداتهم بسبب المفاهيم الخاطئة التي كانوا يعملون في إطارها، حتى جاء «أسكار هرتفيج Oskar Hertwig» في عام ١٨٧٦، وفسر بوضوح عملية الإخصاب وما يتلوها من انقسام اللاقحة Zygote الناتجة وبدء تكوين الجنين، وبعد ذلك بثلاث سنوات أكد «هـ . فُل H. Fol» مشاهدات «هرتفيج» وأضاف اليها ما وصل إلى النحو الذي نعرفه الآن.

وهكذا استبعدت تماما الفكرة التي ظلت سائدة عشرات السنين السابقة (وهي أن نواة الخلية تتحلل قبل كل انقسام خلوي) بعد ثبوت خطئها (على الأقل بالنسبة لعملية الإخصاب)، وسرعان ما أظهرت التقنيات المجهرية المحسنة أن أول خطوة في انقسام كل خلية هي انشطار نواتها فتيليا Mitosis of Nucleus.

آنذاك لم يكن مفهوما تماما (وبخاصة لدى الفيزيكاليين) أن دور الحيمن في إخصاب البويضة كان ذا شقين مختلفين تماما، الأول هو نقل المادة الجينية (الوراثية) للأب إلى قلب البويضة، والثاني هو إطلاق إشارة بدء تكوين الجنين، وعندما تمكن «لويب Loeb» من حفز البيض غير المخصب إلى الانقسام (الذي نتج عنه تكوين أجنة في أطوار مبكرة)، أذاع بيانات عن «التكاثر العذري الصناعي» تدل على أنه كان خالي الذهن تماما عن دور الإخصاب في نقل المواد الجينية.

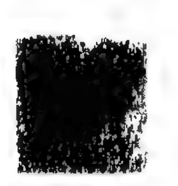


وبحلول سبعينيات القرن الـ ١٩ أصبح معظم المشتغلين بالبحوث السيتولوجية على يقين مما يحققه اندماج نواتي الحيمن والبويضة من توليف «المواد الجينية لكلا الأبوين»؛ أما كنه هذه العملية وكيفية حدوثها فقد ظلا غامضين تماما، ويتطلب فهمهما وصفا صحيحا لعملية نضج الخلايا الجرثومية (الأمشاج الابتدائية) عن طريق نوع خاص من الانقسام الخلوي (الذي وصف فيما بعد بالاختزالي).. وهذا هو الاكتشاف الذي توصل إليه ثلاثة من السيتولوجيين هم «ويزمان Weismann» و«فان بنيدن Beneden» و«بوفري Boveri».

لقد كان السبب في سوء فهم المشاهدات السيتولوجية الرائعة التي أجريت آنذاك، هو كما أسلفنا خطأ المفاهيم التي كانوا يعملون في إطارها، وأوضح مثال لذلك هو «رو Roux» الذي كان يتساءل بذكاء: ما ضرورة تلك العملية المعقدة التي تسمى الانقسام الفتيلي؟ لماذا لا تتشطر النواة ببساطة إلى نصفين يستقر كل منهما في إحدى الخليتين البنَوِيَّتَيْن الناتجتين عن الانقسام المباشر؟ لقد وضع «رو» قدمه على طريق الإجابة الصحيحة عن تساؤلاته، عندها استنتج أن المادة النووية لا بد من أن تكون غير متجانسة، وأن عملية شاقة كالانقسام الفتيلي ضرورية لعدالة التوزيع الكيفي ـ لا الكمي فقط ـ لمادة النواة الأصلية (الأم) بين النواتين البنويتين.

ومما يثير الاهتمام في تلك الفترة أيضا: الغفلة عن مشاهدات ونظريات صحيحة كثيرة أو تجاهلها لا لشيء إلا ليعاد اكتشافها ـ أو لتكتشف أهميتها الحقيقية ـ في وقت لاحق، فعلى سبيل المثال: إهمال «رو» ما توصل إليه هو نفسه من رأي عن الانقسام الفتيلي كان أساسا لنظرية صحيحة. ولكنه أهمله لمجرد تعارضه ـ ظاهريا فقط ـ مع بعض المشاهدات على الخلايا البيضية في مراحل تكوينها، كما أن ما توصل إليه «بنيدن» من مشاهدات صحيحة تماما عن اندماج المادة النووية للحيمن مع المادة النووية للبويضة قد تجوهل على نطاق واسع إلى ما بعد عام ١٩٠٠ (على الرغم من صلاحية هذه المشاهدات كأساس سيتولوجي لما توصل إليه «منْدِل» من نتائج عن توارث صفات الأبوين عبر الأجيال).

إن متابعة ما كتبه فلاسفة العلوم في تلك الفترة لا تكشف عن أي صدى لما أُحْرز فيها من تقدم علمي، فكل ما وضعوه من نظريات لا يصلح أساسا لتقنين ما أنجزه البيولوجيون المعاصرون من اكتشافات، كان معظمها صحيحا

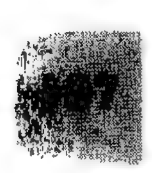


كحقيقة علمية لا يطعن في صحتها اختلاف المادة التي أجريت عليها المشاهدات (جنين الضفدع في بحوث «ريماك» وبيض قنافذ البحر في بحوث «هرتفيج»)، ولا عدم كفايتها لتفسير عملية الانتخاب الطبيعي الدارونية، كما لا يلغي أهميتها كعلامة على طريق التقدم العلمي أن بعضها قد أخرج من دائرة الحقائق في وقت لاحق ليحل محلها ما هو أصح منها، مثل القول بأن البروتينات هي مكونات المادة الوراثية، ذلك الرأي الذي ظل ثابتا طوال ٤٠ عاما اكتشفت بعدها الأحماض النووية التي أقر البيولوجيون أنها هي المادة الوراثية فيما عدا قليلا منهم «جولد شميت Gold Schmidt» وهو أحد القادة الرواد في مجال علم الخلية.

ولقد كان للتحسينات التي أدخلت ما بين عامي ١٨٨٠ و١٩٢٠ على طرق الفحص الميكروسكوبي الفضل في إحراز المزيد من التقدم في التعرف على التفاصيل الدقيقة في بنية نواة الخلية، وفهم دلالة التغيرات التي تحدث داخل النواة وخارجها في أثناء انقسام الخلايا بنوعيه، تلك الإنجازات التي تمت على أيدي اللامعين من باحثي علم الخلية (السيتولوجيا) والمهرة من الفنيين.

**فهم حقيقة الكروموسومات:**

كانت نقطة بداية التصورات الصحيحة هي مشاهدة التغير في مظهر محتويات النواة عندما تبدأ عملية انقسام الخلية، إذ تتحول شبكة الخيوط الدقيقة المحملة بالحبيبات إلى أجسام غليظة واضحة الهيئة قوية التلوُّن بالأصباغ المستعملة في تجهيز العينات، وكانت المشكلة ممثلة في محاولة فهم معنى هذا التحول الذي يحدث بانتظام بين كل انقسامين، وبخاصة بعدما أثبت فحص خلايا أنواع مختلفة من الكائنات أن عدد هذه الأجسام الصبغية ـ التي سُميت فيما بعد بالكروموسومات ـ ثابت بالنسبة لكل نوع مهما اختلف مصدر العينة سواء على مستوى النسيج أو العضو أو الفرد، وفي البداية كان من الصعب تكوين رأي يصلح كنظرية لتقنين هذه الظاهرة مادمنا نفتقر إلى أدنى فكرة عن الدور البيولوجي لمادة الكروماتين التي تتكون منها هذه الكروموسومات، على الرغم مما سبق إقراره من أن مادة الكروماتين ما هي إلا الـ «نيوكليين nuclein»، وهذا بلا شك تعريف أكثر



دقة لمادة الكروموسومات، ولكنه بالرغم من ذلك بقي عديم الفائدة في الكشف عن دورها البيولوجي، مادامت وظيفتها باسمها الجديد أيضا غير معروفة لأحد.

في تلك المرحلة كان «وايزمان» هو الذي أصر على أن المادة الوراثية موجودة في الكروموسومات، وعلى الرغم من أن تفاصيل نظريته عن توريث الصفات كانت خاطئة تماما، إلا أنها حولت الانتباه إلى الاتجاه الصحيح، ويُعزى القدر الأكبر من التقدم في فهمنا لماهية الكروموسومات إلى «بوفيري» الذي بدأ بملاحظة بسيطة هي ثبات عددها في أثناء الانقسام الخلوي، وباستخدام عينات جيدة تمكن من الكشف عن الشخصية المستقلة لكل كروموسوم، وهي المتمثلة في صفات تميزه عن غيره من كروموسومات الخلية نفسها، التي يستعيدها عند بدء كل انقسام خلوي بعد أن كان فقدها عندما تحلل وذاب في مادة النواة، وقد دفع هذا الاكتشاف «بوفيري» إلى وضع نظريته المسماة Continuity Theory، التي تقضي بأن الكروموسومات لا تفقد شخصيتها في أثناء فترة سكون النواة (ما بين كل انقسامين متتاليين)، بل يحتفظ كل كروموسوم بشخصيته المستقلة مادامت الخلية الحية مهما تعددت انقساماتها (أي أن هذه الشخصية تظهر في الخلايا البنوية لجميع الأجيال)، ولقد هوجمت هذه النظرية بضراوة من بعض رواد علم الخلية، بمن فيهم «هرتفيج»، إلا أنها بحلول الوقت المناسب أصبحت أساس «النظرية الكروموسومية في الوراثة» لصاحبيها: «تمتون» و«بوفيري».

غير أن هذه المنظومة كانت مبنية على مجرد الاستدلال Inference، فاستمرارية الكروموسومات لا يمكن مشاهدتها مباشرة، فهل كان لدى واضعها ما يدفعه إلى الاقتناع بأنه كان على صواب؟ وهل كان لدى معارضيه ما يدفعهم إلى الاعتقاد بأنه مخطئ؟ إن المراجع المتاحة لم تمكني ـ لسوء الحظ ـ من الوصول إلى جواب، ومع ذلك فإنني أميل إلى الاشتباه في وجود خلفية فكرية لدى «بوفيري» ومعارضه «هرتفيج» أدت بهما إلى هذا الاختلاف الخطير في الرأي، ولا حاجة إلى القول بأن أيهما لم يلجأ إلى أي قوانين سماوية لمساندة رأيه، فاستنتاجات كل منهما مبنية على مشاهدات ومنسجمة منطقيا معها. وحتى الآن،

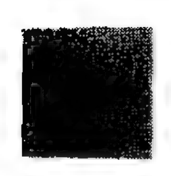
فإن اختلافهما لم يحظ بأي نوع من التفسير الذي قد يلقي الضوء على تناقض فلاسفة العلوم في وضعهم للنظريات، فهل يا ترى كانت المجادلات حول استمرارية الكروموسومات في مرحلة سكون النواة هي من مخلفات الخلاف بين «بوفيري» (مؤيد فكرة التشكيل القبلي) و«هرتفيج» (نصير فكرة التكوين التتابعي)؟

ومع حلول عام ١٩٠٠ استمر التقدم في مجال علم الخلية على معدله السابق، وقد كان أول إنجاز رئيسي شهده القرن العشرون هو اكتشاف البنية الدقيقة للخلية بمساعدة المجهر الإلكتروني، الذي أماط اللثام عن العضيات الأندوبلازمية، ثم أتاح لنا علم البيولوجيا الجزيئية دراسة مستفيضة للمكونات الدقيقة للخلية ونواتها، وعلى الرغم من أن المشاهدة كانت هي نقطة البداية نحو الجديد من التطورات، إلا أن وضع النظريات وصياغتها لم يكن نتيجة الاستقراء البسيط، فالمشاهدات كانت تثير أسئلة محيرة تؤدي بدورها إلى فروض كان مصيرها إما التخطئة وإما التأكيد، وكانت تؤدي في النهاية إلى وضع نظريات أو تفسيرات جديدة.

ويدلنا تاريخ علم الخلية بأفضل وسائل الإيضاح على استمرار التدرج في التقدم العلمي، وسقوط النظريات الخاطئة، والصراع بين النظريات المتنافسة، والانتصار في النهاية للتأويل الذي يحتفظ بأعلى قيمة للقدرة التفسيرية، ولا جدال في أن فهمنا الحالي للخلية ومكوناتها يتفوق على المفاهيم التي كانت سائدة منذ مائة وخمسين عاما.

**هل العلم يتقدم من خلال ثورات؟**

لو أقررنا بأن العلم يحقق تقدما مطردا في فهمنا للطبيعة، فالخطوة التالية هي أن نسأل كيف يتم ذلك؛ وهذا الموضوع المختلف عليه إلى درجة كبيرة يشغل حيزا كبيرا من تراثنا المنشور في فلسفة العلوم، الذي نستطيع أن نميز من خلاله مدرستين رئيستين تتبنى كل منهما نظرية خاصة، وهاتان النظريتان هما: ١ ـ نظرية «الثورات العلمية» لـ «توماس كون Th.S.Kühn» مقابل العلم العادي. ٢ ـ نظرية المعرفة التطورية لـ «داروِن».



فبالنسبة للنظرية الأولى لم يُحدث أي عمل منشور في مجال فلسفة العلوم ضجة كالتي أحدثها كتاب «كون» المنشور عام ١٩٦٢ بعنوان: «بنية الثورات العلمية» The Structure of Scientific Revolutions. وتبعا لمنظوره الأصلي في الطبعة الأولى، فإن العلم يتقدم من خلال ثورات عرضية تفصل بينها فترات طويلة من النشاط العلمي العادي. وفي أثناء كل ثورة علمية يحظى بالتأييد مذهب جديد تماما، سرعان ما يهيمن على ما سبقه في فترة النشاط العادي.

وتفترض نظرية «كون» وجود مرحلة انتقالية بين كل مذهب قديم والمذهب الجديد الذي يليه، وفي الطبعة الأولى من الكتاب استعمل «كون» مصطلح «المذهب Paradigm» بما لا يقل عن عشرين طريقة مختلفة، وكان هذا مأخذا نبّه إليه أحد النقاد، مما دعا «كون» إلى أن يشرح في طبعة لاحقة أنه يقصد بهذا المصطلح: «منظومة من المعتقدات والقيم والتعميمات الرمزية»: أي شيئا أكبر من مجرد نظرية جديدة. ومن هذا المنطلق يتضح التماثل بينه وبين مصطلح «تقاليد البحث»، وغيره من المصطلحات التي استعملها فلاسفة آخرون.

وعلى الرغم من كثرة الكُتّاب المؤيّدين لأفكار «كون»، إلا أن مَن عجزوا عن تأييده ربما كانوا أكثر؛ ونظرا لتعدد جوانب نظريته، فإن من غير المتوقع أن تتحقق فائدة من مناقشتها من دون النظر في حالات محدّدة، لنتبيّن ما إذا كان تغيير النظرية يتفق مع تعميماته أم لا، ومن أجل هذا قمت بتحليل عدد من القضايا البيولوجية حاملا هذا السؤال في ذهني.

### التقدم في علم التصنيف:

مِن تتبُّع تاريخ علم تصنيف النبات والحيوان يمكننا تمييز فترة مبكرة (من عصر العشّابين Herbalists في القرن السادس عشر إلى عصر «لينيوس Linnaeus» رائد علم التصنيف الحديث) كان التغيير فيها من مجموعة إلى أخرى يتم بناء على عدد الأنواع ونوعيّة الصفات المميزة لكل نوع، وهذا النمط المنهجي كان يطلق عليه اسم «التصنيف التنازلي Downward Classification»، الذي ثبت فيما بعد أنه مجرد طريقة للتعريف Identification، وبالتالي أُحِل محله منهج جديد يختلف عنه جدا ويسمى

«التصنيف التصاعدي Upward classification»، وقوامه وضع «الأنواع المتقاربة في مجموعة تسمى الطائفة Class، ومع ذلك فقد استمر وجود الطريقة الأولى جنبا إلى جنب مع الطريقة الجديدة، وإن اقتصر استخدام الأولى على عمليات التعريف، وخاصة بالنسبة للأنواع التي تجمع عيناتها من الحقل للمرة الأولى.

وبالنسبة لأسلوب التصنيف التصاعدي، فقد كان أول استعمال له على يد بعض العَشّابين، وتلاهم «مانيول Magnol» (١٦٨٩) ثم «أدانسن Adanson» (١٧٦٣)، وبعد ذلك ببضعة عشر عاما شاع استعمالها حتى أصبحت منهاجا عاما بدءا من الربع الأخير من القرن الثامن عشر (١٨٧٦ وما تلاها) من دون أن يطغى أحد المذهبين على الآخر (وإن اختلفا في الهدف).. أي أنه لم تكن هناك ثورة علمية حتى ذلك الحين.

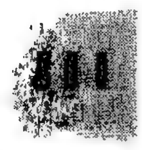
كان من المتوقع أن تُحدث نظرية المنشأ المشترك لـ «دارْوين» ثورة كبرى في علم التصنيف، ولكن هذا لم يحدث، ففي التصنيف التصاعدي تُحدَّد المجموعة التي تنتمي إليها الأنواع على أساس أكبر عدد من الصفات المشتركة بينها، فليس مستغربا أن تكون جميعا قد تحدرت من أقرب سلف مشترك، وإذن فنظرية «دارْوين» لم تفعل أكثر من تأييد صحة طريقة التصنيف التصاعدي.

وبعد مائة عام (في أعقاب ١٩٥٠) أُسست مدرستان جديدتان في التصنيف العام (*): الأولى هي مدرسة تعداد الملامح Numerical Phenetics(**) والثانية هي مدرسة التشعيب Cledistics(***)، ولقد تبنّت المدرسة الأولى منهجا جديدا في التصنيف، ولكنها لم تقدم فكرا جديدا يبرر وصفها بالثورية، وأما المدرسة الثانية فمن الممكن فعلا أن يقال إنها كانت ذات أثر عميق كما يشهد بذلك العديد من الأعمال المنشورة وفي مقدمتها ما كتبه «هنِّج Hennig» في عام ١٩٥٠، على أن هناك تحفظا على وصف هذه المدرسة بالثورية، لا لعدم توافر عنصر المفاجأة فقط، بل لأنها أيضا لم تحل محل المدرسة الأولى، التي ظلت قائمة معها جنبا إلى جنب مع احتفاظ كل منهما بمنهاجها وأهدافها ومجالات تطبيقها.

(*) ماكروتاكسونومي Macrotaxonomy تمييزا له عن التصنيف الدقيق Microtaxonomy.

(**) وتتخذ من عدد الصفات الظاهرية للمصنَّف أساسا لتعزيز وضعه التصنيفي بعد تعريفه.

(***) وتعتمد في تحديد الوضع التصنيفي على موقع المصنَّف من شجرة المنشأ والتطور (المترجم).

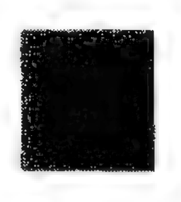


## التقدم في البيولوجيا التطورية

بحلول القرن الثامن عشر كانت الفروق البيولوجية والجغرافية بين مختلف أجزاء العالم قد تحددت، كما وُصِف عدد وفير من الأحافير، وبذلك أصبح من الممكن إعداد تصورات مختلفة عن تطور الحياة والأحياء على الأرض، لكل منها أساسه الذي يؤهله لأن يكون نظرية تطورية، ولقد تعايشت هذه النظريات الجديدة جنبا إلى جنب مع ما ورد في الكتاب المقدَّس حول قصة الخلق ونشأة الحياة على الأرض، ثم كان أول من حمل معول الهدم وأعمله في أسس هذه النظريات هو «بَفن Buffon» الذي كانت معظم أفكاره تعارض المذهب الأصولي الذي كان سائدا آنذاك حول خلق العالم معارضة تامة. ولقد كانت فكرة «بَفُّن» عن خلق العالم هي المصدر الذي اشتقت منه الأفكار التطورية التي نادى بها كل من «ديديروت Diderot» و«بلومنباخ» و«هِردر Herder» و«لامارك» وآخرون. والواقع أن أول نظرية في التطور التدريجي كانت هي. التي أعلنها «لامارك» في عام ١٨٠٠، ولكنها لم تكن بداية ثورة علمية، وإنما كانت رأيا اقترح فيه «لامارك» تغييرات قليلة، بل إن تابعيه أمثال «جيوفروي Geoffroy» و«تشامبرز Chambers» لم يكونوا على اتفاق تام معه ولا مع بعضهم بعضا. ومن هنا نستطيع أن نقطع بأن «لامارك» لم يَقدِّم مذهبا جديدا حل محل آخر قديم.

وعلى النقيض من ذلك لا يستطيع أحد أن ينكر أن كتاب «أصل الأنواع» الذي نشره «دارون» عام ١٨٥٩ قد أحدث انقلابا حقيقيا، كثيرا ما يوصف بأنه أهم الثورات العلمية جميعا، ومع ذلك فإنه غير مطابق لمواصفات «كون» على الاطلاق، والواقع أن مذهب «داروين» يتألف من مجموعة نظريات منها خمس هي الأكثر أهمية (انظر الفصل التاسع)، ولذلك فإن من يحاول تحليل الثورة العلمية التي أحدثها سيلاقي صعوبات كبيرة، ولكن الأمور ستتضح أكثر إذا بدأنا بالكلام عن اثنتين من هذه النظريات.

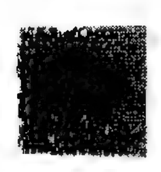
أولى هاتين النظريتين تقضي بأن التطور تم عن طريق التحدر من أصل مشترك، وهي نظرية ثورية من وجهتين: الأولى أنها أحلت فكرة التطور التدريجي ذات الطابع الواقعي، محل نظرية الإبداع الخاص ذات الطابع



الميتافيزيقي، والجانب الثاني لثورية نظرية الأصل المشترك أنها تبنت نموذج التحدر المتفرع (الذي يتفق مع وحدة أصل الحياة) وأحلته محل نموذج التطور في خط مستقيم، الذي كان يتبناه التطوريون الأوائل. والخلاصة أنها كانت ضوءا هدى العديد من المفكرين بدءا من «لينيوس» (وربما قبله) إلى حقيقة «النظام الطبيعي» التي طالما حاولوا الوصول إليها، وهكذا سرعان ما أصبحت نظرية الأصل المشترك هي أنجح منهج بحثي في عصر ما بعد داروين، فقد انسجمت جيدا مع القضايا البحثية في مجالات التصنيف والشكل المقارن... على أن الفترة من عصر «بَفُّن» (١٧٤٩) حتى ظهور نظرية أصل الأنواع (١٨٥٩) ـ وإن بدت فترة «علم طبيعي» ـ لم تخْلُ من «انتفاضات علمية» لا ينبغي حرمانها من صفة الثورية، ومن بينها اكتشاف قدم عمر الأرض وتميزها إلى مناطق أحيائية، وانقراض بعض أنواع الأحياء في مراحل محددة، وكل هذه كانت («إرهاصات») للثورة العلمية الدارونية يمكن أن تعود بتاريخ بدئها إلى أكثر من مائة عام إلى الوراء.

أما النظرية الدارونية الثانية التي أحدثت ثورة علمية، فهي نظرية الانتخاب الطبيعي التي لاقت معارضة قوية وقت إعلانها لاختلافها مع خمسة مبادئ فكرية كانت سائدة آنذاك هي: الأصولية والابتداعية والفيزيكالية والغائية والإحالية (سبق شرحها في فصول سابقة)، ولهذا تأخر الاعتراف بها أكثر من ثمانين عاما (من ١٨٥٩ حتى بداية أربعينيات القرن الـ ٢٠)، بل إنها ما زالت، حتى الوقت الحالي، تلاقي مقاومة كبيرة في فرنسا وألمانيا وغيرهما.

ومن هنا بقي موعد البداية الحقيقية للثورة الدارونية الثانية ـ وبالتالي طبيعة الأعوام الثمانين فيما بين تاريخ إعلان نظرية الانتخاب وتاريخ الاعتراف الشامل بها ـ موضع تساؤل: هل هي فترة «ثورة علمية» أم يجوز اعتبارها فترة «علم عادي»؟ الواقع أن هذه الفترة أيضا شهدت «انتفاضات علمية» ذات طابع ثوري مثل: رفض فكرة الوراثة التوليفية Blending Inheritance (مندِل ـ ١٨٦٦) واستبعاد فكرة توارث الصفات المكتسبة (وايزمان ـ ١٨٨٣) ثم في أوقات لاحقة: نشأة فكرة الأساس البيولوجي للنوع («بُولتُن Pulton» و«جوردان Jordan» ومؤلف هذا الكتاب) واكتشاف



الطفرة الوراثية (وغيرها من أسباب التغير الجيني) والبنية الجزيئية للأحماض النووية التي هي لبنة بناء الجينات أو المورثات، وغير ذلك مما كان له أثر ثوري حقيقي في تفكير التطوريين، وإن افتقر إلى مقومات الثورة العلمية التي وضعها «كون».

ولعله من المهم أن ننظر في بعض «الاختراقات الفكرية» في مجالات بيولوجية أخرى لنرى إلى أي مدى تتوافر فيها أركان الثورة العلمية. ومن أمثلتها: نظرية الخلية التي وضعها «شوان» و«شلَيْدن». ويقودنا تتبع التطور العلمي في القرن العشرين إلى أن شروق شمس علم «البيولوجيا الجزيئية» Molecular Biology ربما كان أكثر التطورات البيولوجية ثوريّة لأنه تمخض عن مستجدات علمية كثيرة في المادة والشخصيات والمنشورات، ومع ذلك فإنه من الناحية الفكرية لم يكن سوى امتداد تدريجي لعلم الجينات بحالته التي كان عليها قبل ١٩٥٣، والذي لم يتمكن الفرع الجديد من أن يحتل مكانه، وبالتالي فيمكن اعتباره تقدما في هذا المجال من حيث دقة التحليل والتقنيات وطرق البحث... وبتعبير آخر، يمكن وصف البيولوجيا الجزيئية بأنها «حركة ثورية» وليست ثورة علمية بمقاييس «كون».

## التدرج في الإنجازات البيولوجية

الواقع أن كل المفكرين الذين حاولوا الالتزام بمنهج «كون» في تقييم النظريات العالمية وجدوا أنه غير قابل للتطبيق في مجال البيولوجيا. وبادئ ذي بدء نلاحظ أن هذا المنهج لم يضع حدا واضحا بين «الثورة العلمية» وما أسماه «العلم العادي»، فكل ما بينهما إنما هو سلسلة من التغيرات التدريجية في النظريات. وحتى الفترات التي حددها «كوهن» بأنها فترات «علم عادي» قد شهدت عددا من الانتفاضات العلمية التي هي ثورات صغرى، وقد اعترف «كوهن» نفسه بهذا، ولكن هذا لم يدفعه إلى التخلي عن تفرقته الحادة بين «الثورة العلمية» و«العلم العادي».

ومن الملاحظ دائما أن تقديم نموذج جديد لا يؤدي بحال من الأحوال إلى الإزاحة الفورية للنموذج القديم، والنتيجة هي بقاء النظرية القديمة سارية - جنبا إلى جنب - مع ما نسميه «النظرية الجديدة»، بل إن الواقع يشهد باجتماع ثلاثة أو أربعة نماذج معا ولفترة قد تمتد... فمثلا: عندما أعلن



«داروِن» و«والاس» الانتخاب الطبيعي مذهبا للتطور بقيت إلى جانبه ـ على امتداد الأعوام الثمانين اللاحقة ـ ثلاثة مذاهب هي: الـ «لاماركية Lamarckism» و«استقامة خط التكوين» أو«اعتدالية التطور Orthogenesis») و«القفزات التطورية Saltationism». ولم تفقد هذه المذاهب صلاحيتها إلا في أربعينيات القرن العشرين، بعد ثبوت إمكانية إحداث التطور عن طريق «طفرات صناعية Evolutionery Synthesis».

إن «كوهن» لا يميّز بين مجموعتين من التغيرات المؤثرة في النظريات: مجموعة المتغيرات التي سببها اكتشافات جديدة، وتلك الناتجة عن ظهور مفاهيم جديدة، والاكتشافات في العادة أضعف أثرا من المفاهيم في النظريات القائمة، والمثال على ذلك هو أن اكتشاف البنية الجزيئية للحمض النووي ـ على الرغم مما أحدثته من طفرة في علم الخلية ـ لم يصل أثره في المفاهيم العلمية إلى درجة القوة التي تحدث ثورة علمية في فترة الانتقال من عصر الوراثة الجينية إلى عصر البيولوجيا الجزيئية.

وتختلف درجة ثورية النظرية العلمية الواحدة من مجال إلى آخر، والنظرية التَّكْتونِية Tactonic Theory مثال جيد، فمن الواضح أنها قد أحدثت ثورة في علم الجيولوجيا، ولكن الأمر مختلف في مجال الجغرافيا الحيوية، ودليلنا على ذلك أن الخرائط التكتونية للتغيرات التي اعترت سطح الأرض في العصور الجيولوجية المتتابعة، لا تبرر أبدا التغير في التوزيع الجغرافي للطيور، كما تنم عنه الأحافير التي اكتشفت في منطقة «أستراليا الإندونيسية» Australonesia (قبل انفصال أستراليا كقارة مستقلة عن جزر إندونيسيا)، بل إن البحوث الجيولوجية المتأخرة قد أثبتت عجز النظرية التكتونية عن تفسير ما توصل إليه علماء الأحافير في هذا الشأن قبل ظهور النظرية، مما يقلل من صلاحيتها لإلقاء الضوء على مجاهيل التاريخ الحياتي.

على أن الأثر الأكبر لأي مذهب جديد Paredigm قد يتركز في تنشيط حركة البحث العلمي، وقد تمثل ذلك انفجارا بحثيا في علم الأواصر التصنيفية Phylogeny بدءا من عام ١٨٦٠ (بعد إعلان «داروين» نظرية التحدر من أصل مشترك)، ذلك الانفجار الذي شمل بحوث التشريح المقارن وعلم الحفريات، وعلى العكس من ذلك، هناك عدة أمثلة تدل على أن الاكتشافات المهمة في مجال علميّ معين كانت ضعيفة الأثر نسبيا في

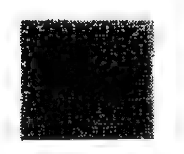
المفاهيم المؤدية إلى صياغة نظريات جديدة في المجال ذاته، ومثال ذلك هو ما ذكرناه في بداية هذا الفصل عن اكتشاف نشأة الخلايا الجديدة بانقسام خلية قديمة لا بتحول في نواتها، وكذلك اكتشاف أن لبنة بناء المادة الوراثية هي الأحماض النووية لا البروتينات.

على أن الوضع يختلف بعض الشيء إذا كان الأمر يمس تغيير المفاهيم، ويتضح ذلك بمقارنة أثر تطبيق نظريتي التطور الداروِنية والوراثة المندلية، في الإنسان، إذ حدثت ثورة مبادئ حقيقية بإدراج الإنسان مع القردة في شجرة الأصل المشترك تطبيقا لنظرية داروِين، وعلى النقيض من ذلك لم يُحدث تطبيق المذهب المندلي الجديد في الوراثة ما يمكن أن يوصف حتى بأنه مجرد «حركة ثورية»... وهذا هو ما أكده «بوبّر» عام ١٩٧٥ وكان على حق، ولعل هذا يفسر - بل يؤكد - تفوّق المفاهيم على الاكتشافات الجديدة في أثرها على تطور العلوم في مختلف المجالات، وعلاقة ذلك بمواقفنا من بعض القضايا خارج الحقل العلمي (مثل التمييز العنصري في المجال الإنساني والسياسي وسيطرة الغيبّيات في المجال العقائدي) بعد تطور مفهومنا العلمي للتكيف والتطور.

ولعل زعزعة قوة نظرية «كوهن» تدعونا إلى التساؤل: ما الذي دفعه لوضعها؟ إن الاختلاف بين العلوم البيولوجية والفيزيقية في درجة الطواعية لتطبيق القوانين الكونية، هذا الاختلاف من الممكن أن يكون فعلا من مبررات الثورة «الكُونية»، ولكننا يجب ألاّ ننسى أيضا أن صاحبها كان عالما فيزيقيا لا بيولوجيا، وأن نظريته - على الأقل كما تعرضها كتاباته المبكرة - تعكس التفكير الأصولي الواسع الانتشار بين الفيزيقيين، وهو امتداد لنظرية «الجوهر الأفلاطونية platonic eidos» التي تنادي بأنه لا يحل محل أي جوهر إلا جوهر جديد، وفي إطار هذا المفهوم لا مجال للتفكير في التطور التدريجي، ولهذا فإن التغير المرحلي بين التحولات المذهبية لا يمثل إلا مجرد حالة، هي ما أسماها «كوهن» بالعِلم العادي Normal Science.

### هل العلم يتقدم على نحو دارويني؟

كانت الصورة التي رسمها «كوهن» عام ١٩٦٢ لتغير النظريات مسايرة للفيزيكاليين في تفكيرهم الأصولي، ولكنها لم تكن متوافقة مع فكر أي واحد من أنصار «داروِين» ولهذا لم يكن بمستغرب أن يفضّل الداروينيون



مذهبا كامل الاختلاف في تقنين النظريات البيولوجية، هو الذي يُطلق عليه عادة اسم «مذهب المعرفة التطوري الداروِيني D.Evolutionary Epistemology، وطبقا لما أوضحه «فُويَرْأبنْد» (١٩٧٠) فإن هذا المذهب هو في الواقع أسلوب فلسفي موُغِل في القدم تمتد جذوره إلى ما قبل «سقراط» كما يؤكد «پوبّر» نفسه، وركيزته أن التقدم المعرفي يتم نتيجة للصراع بين الآراء البديلة، ثم جاء «مِل» فطوّر هذا المذهب وجعله فلسفة عامة (وبخاصة في كتابه عن الحرية المعَنْوَن: On Liberty)، ثم نشر «ماخ» ومن بعده «بُلْتزْمان» ما يؤكد فيه أن هذا الصراع حاسم بالنسبة للقضايا العلمية، وكانا في آرائهما متأثرَيْن بالداروِنيّة إلى حد بعيد.

ومضمون المذهب المذكور هو أن جانبا كبيرا من تقدم العلم ـ وبالتالي من التطوّر المعرفي يتحقق من خلال عمليتين شبيهتين بتلكما اللتين يعزو «دارْون» إليهما تطوُّر الكائنات العضوية وهما: التغيُّر والانتخاب. وفي عام ١٩٨٨ رسم «ثومبسون» معالم هذا المذهب بقوله «إن بقاء الأفكار على مر الأجيال قوية وقادرة على توضيح القضايا وحل المشاكل العلمية رهن بصمودها في معركة التنافس على الإقناع»... ومن الممكن إثبات صحة هذا القول بمثال من المسيرة العلمية لداروين نفسه، الذي ظل في مستهل حياته يضع النظريات التطورية الواحدة تلو الأخرى، وكلما وضع نظرية جديدة نبذ التي قبلها إلى أن استقر به المطاف على نظريته المتكاملة التي تربط بين الأصل المشترك والانتخاب الطبيعي كركنين لعملية التطور العضوي. وبعد «دارْون» توالت النظريات التطورية التي ـ مع ما بينها من خلافات قوية ـ دخلَتْ مع نظرية الانتخاب الطبيعي في منافسة انتهت بانسحابها جميعا لتبقى النظرية الداروِنية تُوالي نجاحها بلا منازع، وكانت نتيجة الصراع بين كل هذه النظريات في حد ذاتها مصداقا لنظرية داروين التي من أركانها مبدأ «البقاء للأصلح»... هذا من حيث الشكل.

ومن حيث الموضوع، فإن التغيير المعرفي يحدث بطريقة تختلف من جوانب كثيرة عن التغير التطوّري الحقيقي، فالتباين بين النظريات المختلفة ليس وليد المصادفة كما هي الحال في التباين الجيني، وإنما هو يتم نتيجة لاختلاف مقومات هذه النظريات، ومصدر هذا الاختلاف في حالة النظرية الداروِنية ينحصر في نقاط قليلة الأهمية، مثل إقراره بما



سبق أن نادى به «لامارك» من أن عدم استعمال الأعضاء يؤدي إلى ضمورها، وأن الأثر المباشر للمناخ هو من مصادر استحداث التباين (وكلا الأمرين موضع تفنيد)، وحتى في النظرية التخليقية التي قامت في أربعينيات القرن العشرين، هنالك قبول لكثير من مصادر استحداث التباين مثل: الطفرة وإعادة الاتحاد، والتهجين، والانحياز، ونقل الصفات على التوازي وغيرها. ومن هنا فليس من المناسب القطع بدور المصادفة في إتمام عملية التباين.

وعلى الرغم من أنه أصبح واضحا تماما أن التغيرات المعرفية ليست متناظرة مع التغيرات التطورية الداروِنية، إلا أنها تحدُث بالفعل طبقا للنموذج الداروِني الأساسي (تعاقب التباين والانتخاب جيلا بعد جيل) مع سريان مبدأ البقاء للأصلح على النظريات المعرفية، ومع ملاحظة ما سبق أن أشرنا إليه في فقرات سابقة من اختلاف في درجة أهمية التغيرات، وبالتالي في مدى انطباق صفة الثورية العلمية على كل منها.

ومما سبق يمكننا أن نستنتج ما يلي:

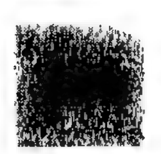
١ ـ توجد حقا ثورات كبرى وأخرى صغرى في تاريخ البيولوجيا، ومع ذلك فإنه حتى الثورات الكبرى لا تمثل بالضرورة تحوّلات مفاجئة أو خطيرة في النظريات.

٢ ـ قد توجد نظرية سابقة مع أخرى لاحقة في حالة التوازن لفترات طويلة.

٣ ـ الفروع الحية من البيولوجيا تتعاقب عليها الثورات الكبرى والصغرى المتلاحقة، فوجود فترات سكون يقتصر ـ فيما يبدو ـ على الفروع غير الحية، ومن غير المناسب تسميتها بفترات «العلم العادي».

٤ـ نموذج المعرفة التطورية الداروِني أكثر ملاءمة لاستيعاب التغير في النظريات البيولوجية من نموذج الثورات العلمية لدى كون: فالتغير في مجال البيولوجيا يتضمن تنافسا بين النظريات المختلفة، يتمخض عن انتخاب أكثرها نجاحا في استيعاب القضايا البيولوجية، لتحل محل النظريات غير الناجحة وفقا لمبدأ البقاء للأصلح.

٥ ـ أي مذهب سائد أكثر عرضة للتأثر بالمفاهيم الجديدة منه للتأثر بالاكتشافات الجديدة.



**لماذا يصعب الإجماع في القضايا العلمية؟**

يفترض غير الملمين - في سذاجة - أن أي نظرية علمية ستُعتنق بمجرد إعلانها، ولكن الواقع أنه من النادر جدا أن تؤدي الخاطرة الفكرية الخاطفة إلى تنوير ثوري وفوري في قضية معينة، يمكن أن يكون أساسا لنظرية ناجحة، فمعظم القضايا الرئيسية في العلم الحديث كان عليها آن تتغلب على مقاومة دامت سنين من داخل الحقل العلمي وخارجه، وكما رأينا: لم تحظ نظرية «داروين - والاس» في الانتخاب الطبيعي بالقبول لدى معظم العلماء إلا في حوالى عام ١٨٤٠ (أي بعد أكثر من ٨٠ عاما من ظهورها)، وكذلك ما زال الجيوفيزيقيون يعارضون نظرية تزَحْزُح القارات منذ أن أعلنها «فاجنر Wagener» عام ١٩١٢، محتجين بأنه لا توجد قوة يمكنها تحريك هذه الكُتل على امتداد خريطة الأرض. ولم تُقْبل هذه النظرية إلا بعد نصف قرن من إعلانها عندما اكتُشِفت، في أوائل الستينيات، بعض الظواهر المغناطيسية التي تؤيد النظرية، وبالمثل ظلت نظرية التضاعف العددي للأنواع موضع جدل زهاء قرن منذ أن أعلنها «داروين» في أربعينيات القرن التاسع عشر.

وعلى العكس من ذلك هناك عدد قليل من الأفكار الجديدة التي لاقت القبول، وحققت النجاح بمجرد إعلانها، وأسباب الاختلاف بين الحالتين عديدة وسأسرد ستة منها:

أول أسباب طول الوقت الذي يحتاج إليه الإجماع على قبول بعض النظريات هو تنوّع الأدلّة التي تقود عادة إلى استنتاجات مختلفة، ومثال ذلك اختلاف مداخل دارِسِي التوزيع الجغرافي للأنواع مع علماء الأحافير في تقصِّي حقيقة أسباب تباين الكائنات الذي يؤدي إلى تعدد أنواعها، وهذا الاختلاف أدّى بالفريق الأول إلى اعتناق فكرة التطور التدريجي، وبالفريق الثاني إلى استنتاج مختلف هو حدوث التطور على قفزات saltations، خصوصا مع كثرة الفجوات في السجل الجيولوجي. ولقد أجرى مؤلف هذا الكتاب وآخرون (الدرِدْج وجُولد، وستانلي) محاولات للتوفيق بين الفريقين بالتدليل على أن فجوات السجل الجيولوجي كانت تشغلها أنواع بيئية انقرضت في عصور سحيقة من دون أن تترك أحافير.

والسبب الثاني هو اختلاف المثاليات التي يتشبث بها الفريقان المتضادان، والمثال هو عدم الأخذ بمبدأ الانتخاب الطبيعي لتعارُضِه الظاهِريّ مع فكرة الخَلْق المباشر التي يؤمن بها الكتابيّون ومعتنقو مذاهب الغائية والأصولية والڤيتالية التي سبق الحديث عنها.

والسبب الثالث هو تعدد التفاسير التي تستهدف شرح الظاهرة الواحدة من وجهات نظر مختلفة، ومثل ذلك تعليل نجاح بعض أنواع الطيور في الوصول إلى مواطنها بعد رحلاتها الموسمية بأسباب مختلفة، كالاسترشاد بالشمس أو بحاسة الشم أو بالمغناطيسية.

والسبب الرابع هو التعدُّدِية pluralism أي كثرة الإجابات المختلفة الصحيحة على السؤال الواحد، كما في حالة السؤال عن السبب المباشر في اكتساب النوع الجديد صفاته المميزة، وله عدة إجابات منها أن يكون راجعا إلى عوامل بيئية كالتأقلم الذي يتبع الانتشار الجغرافي للعشائر، أو عوامل سيتولوجية كإعادة تنظيم الكروموسومات chromosomal Reorganization أو عوامل وراثية كالاختلاف في آليات العزل Isolation Mechanisms الذي قد تم في الأمشاج الذكرية أو الأنثوية قبل التزاوج أو في اللاقحة (الزيجوت) بعد التزاوج.

والسبب الخامس هو اختلاف اهتمامات البيولوجيين، كأن يكون أحدهم منْكَبًّا على دراسة الأسباب القريبة أي الوراثية، والآخر منهمكا في تقصي الأسباب البعيدة (التطوُّرية)، ومن ثم تختلف الإجابة عن السؤال عن سبب حدوث التباين الشكلي بين الشقين التناسليَّيْنِ Sexual Dimorphism(*) على النحو الذي شرحناه في فصل سابق.

وأخيرا هناك سبب يختلف عن كل ما سبق في كوْنه ليس علميّا بالمعنى الحرفي: كالاختلاف في الانتماء المذهبي أو السياسي أو العرقي (القومي) وفي نوعية العواطف أو العلاقات الشخصية بين صاحب النظرية ومفسِّرِيها، والمثال على ذلك هو طول تمسك الفرنسيين (أكثر من غيرهم) بنظرية لامارك (الفرنسي الجنسية) في التطور بعد أن نُبِذَتْ في إنجلترا (موطن داروين) لتحل محلها نظرية الانتخاب الداروينية، كما يلاحظ أن

(*) تحاشى المترجم نقل كلمة sex إلى مقابلها الشائع في العربية وهو «جنس»، لكيلا يلتبس مع المفهوم العلمي التصنيفي لكلمة genus.



كثيرا من الأعمال العلمية المهمة التي نشرت باللغة الروسية أو اليابانية (أو حتى بلغة أوروبية غير الإنجليزية) قد تجاهلها المجتمع العلمي الأوروبي لفترات طويلة، حتى لو حدث واعتُنقت الأفكار الواردة في هذه الأعمال المتجاهلة فلأنها «أُعيد اكتشافها» عن طريق باحث آخر من مواطني البلاد التي أهملَتْها (الذين ـ بمرور الوقت ـ نَسُوا أن ينسبوا فضل الأولوية إلى الباحث الأصلي).

### حدود العلم

في مؤلَّفه الشهير المنشور عام ١٨٧٢ «نحن لا نعلم ولَنْ نعلم» نشر «دوبوا ـ ريموند Dubois-Reymond» قائمة بالمشاكل العلمية التي أكّد أن العلم لن يتمكن من إيجاد تفسير لها، ولكن المؤلف بعد خمسة عشر عاما من نشر كتابه هذا، وجد نفسه مضطرا إلى الاعتراف بأن بعض هذه المشاكل قد حُلَّت بالفعل وبعضها الآخر في طريقه إلى الحل.

ومن آن إلى آخر نقرأ قولا حماسيا بأن العلم قادر على إيجاد حل لجميع مشاكلنا، ولكن أي عالِم حقيقي يعرف ما في هذا القول من بطلان، ومن المتفق عليه أن إجراء التجارب على الآدميين أمْر غير مشروع من حيث المبدأ لمخالفته لمعاييرنا الأخلاقية بل، ربما لمجافاته لأحاسيسنا الخلقية، وهذا هو أول سبب لمحدوديّة قدرات العلم على حل مشاكلنا، و هناك سبب ثان هو صعوبة الدعم المالي لارتفاع نفقات إجراء التجارب اللازمة لحل المشكلة بالرغم من كونها مشروعة.

والسبب المهم الثالث يكمن في صعوبة فهم عمل الأجهزة البالغة التعقيد، والقائمة بالوظائف المتصلة بالمشكلة المراد حلها، وفي مقدمتها الجهاز العصبي المركزي وعلى قمته الدماغ بخلاياه التي تفوق البليون عددا، مما يجعل تحليل عملية التفكير مستعصية على الفهم، فالصعوبة هناك ليست أخلاقية ولا اقتصادية، ولكنها صعوبة في التنفيذ، ومثل هذا يمكن أن يقال عن آلية عمل الجينوم genome (جهاز المورِّثات) بما فيه من شفرات عديدة يصعب فَكُّها (وهو أمر ضروري لفهم كنه وظائف الأعضاء وتوارث الصفات تمهيدا للتحكم فيها، ربما بهدف تحسين السلالات أو إلقاء الضوء على عملية التطور).

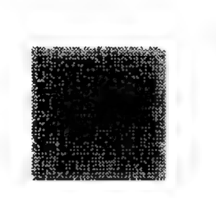


على أن معظم المشاكل المتعلقة بالسؤالين الأزليَّين: «ماذا؟ و«كيف؟» ـ على الأقل من حيث المبدأ ـ قابلة للكشف على ضوء العلم. أما بالنسبة للسؤال الثالث «لماذا؟» فالأمر يختلف، فمعظم المشاكل المتعلقة به ـ وبخاصة منها ما يتصل بالخصائص الأساسية للجزيئات ـ لا جواب عنها فيما يبدو، ومن أمثلتها «لماذا كان اختلاف أطوال الموجات الكهرومغنطيسية (المنبعثة من مصدر ضوئي) سببا في اختلاف الألوان كما تراها عيوننا؟ ولماذا كانت جزيئات الرودوبسين rhodopsins هي الوحيدة القادرة على تحويل الضوء إلى نبضات عصبية؟ و«لماذا تنجذب الأجسام إلى الأرض؟»... وهكذا.

ربما مكنتنا الإنجازات الحديثة في البيولوجيا الجزَيْئية وميكانيكا الكَمّ من وضع أقدامنا على أول طريق الإجابة عن بعض هذه الأسئلة، ولكن ستبقى أسئلة أخرى ـ وبخاصة تلك المتعلقة بالقيم ـ أزلية أي بلا حل، وكثير من هذه الأسئلة يجري على ألسنة العوام وغير العلماء مثل قولهم: «لماذا أنا موجود؟» وما الغرض من هذا العالم؟»، و«ماذا كان هناك قبل بدء الكون؟»... وما إلى هذا مما يجل عن الحصر... وكلها تتعلق بمشاكل خارج نطاق العلم بمعناه الحديث.

ولربما يُثار سؤال حول مستقبل العلم، ونظرا للظمأ البشري ـ الذي لا يرتوي ـ إلى المعرفة، وللقصور في فهمنا الحالي للحقائق، ومع تقديري للنجاح الفائق للتقنيات المبنيّة على العلم ـ يبقى في ذهني القليل من الشك في أن العلم سيواصل تقدمه وازدهاره، بالمعدّل الذي سار عليه في أثناء الـ ٢٥٠٠ عام الماضية... وعلى حَدّ قول «فانيفر بوش» Vannevar Bush ـ وهو في رأيي على صواب في قوله «حقا إن العلم جبهة لا حدود لها».





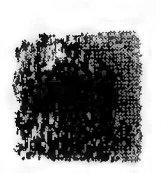
6

# كيف تتم «هَيكْلَة» علوم الحياة؟

البيولوجيا ـ على النحو الموجود اليوم ـ علم شديد التباين إلى درجة غير عادية، وأهم أسباب ذلك هو الاختلاف البالغ بين أنواع الكائنات الحية بدءا من الفيروسات والبكتيريا إلى الفطر، فالنباتات والحيوانات، إضافة إلى اختلاف المستويات التصاعدية للوحدات موضوع الدراسة: بدءا من الجزَيئات العضوية الكبيرة، فالجينات، إلى الخلايا فالأنسجة فالأعضاء فالأفراد الكاملة، ثم إلى تنوع طرق انتظام هذه الأفراد في عشائر أو مجتمعات، ثم في أنواع ففصائل، فمجموعات أحيائية Biota، ومن ثَم كان لكل قطاع مجال دراسة تخصصي له اسمه الخاص به مثل: علم الخلية (السيتولوجيا)، علم الأنسجة (الهستولوجيا)، وعلوم: التشريح، والبيئة، والتصنيف، والأجنة، والسلوك وغيرها، وفوق ذلك فإن للبيولوجيا نطاقا واسعا للتطبيق جعله داخلا ضمن مجالات علمية عديدة مثل الطب، وفلاحة الأرض، وتربية الحيوان، واستثمار الغابات

«إنها حقا جبهات ليس لها نهاية».

**المؤلف**



والبحار بأسماكها وأحيائها الأخرى... وهلمَّ جرا. بل إنه من الممكن القول بأن علم البيولوجيا كان هو السبب في نشأة معظم هذه المجالات إن لم تكن كلها.

ومع أن شمس البيولوجيا ـ كعلم حديث ـ لم تبزغ إلا في أواسط القرن التاسع عشر، إلا أن جذوره ـ كما رأينا ـ تمتد إلى عصر الإغريق القدماء، حيث نشأ منذ أكثر من ألفي عام على شكل «مدارس» تميزت منها مدرستان ما زالتا معروفتين إلى اليوم: هما المدرسة الطبية ومدرسة التاريخ الطبيعي، فأما المدرسة الطبية فمثلها «أبقراط Hippocrates» وسابقوه وتابعوه، وقد بلغت ذروة ازدهارها في العالم القديم (ما بين عامي ١٣٠و٢٠٠م). بأعمال «جالينوس Galen» التي أدت إلى نشأة التشريح وعلم وظائف الأعضاء. وأما مدرسة التاريخ الطبيعي فقد بلغت ذروة ازدهارها على يدَيْ «أرسطو Aristotles»، كما تشهد بذلك أعماله ممثلة في كتابه: «تاريخ الحيوانات History of Animals»، وعن هذه المدرسة نشأت علوم البيئة والتصنيف والبيولوجيا المقارنة والتطورية.

ولقد استمر الفصل بين الطب والتاريخ الطبيعي طوال العصور الوسطى، وعصر النهضة، مع ارتباطهما بعلم النبات (لأنه ـ على الرغم من كونه فرعا من التاريخ الطبيعي ـ كان منصبا على الأعشاب ذات الخصائص الطبية). وفي الحقيقة، إن قادة علم النبات من «سيزالبينو Cesalpion» (في بداية القرن السادس عشر) حتى «لينبوس» (في نهاية القرن الثامن عشر) كانوا أطباء باستثناء وحيد هو «جون راي John Ray»، وبمرور الوقت استقبل علم النبات وانضم إلى علم الحيوان ليتكون منهما علم التاريخ الطبيعي الذي انسلخ منه علم الحفريات، وانضم إلى علم طبقات الأرض «الجيولوجيا»... وبقي التشريح ووظائف الأعضاء هما كل المكونات البيولوجية للمدرسة الطبية.

ولم يكن للثورة العلمية إلا أثر ضئيل على علم البيولوجيا، الذي لم تتأثر مسيرته بصورة فعالة إلا في القرنين السابع عشر والثامن عشر، عندما اكتُشِف التباين الذي فاق التصور في أنواع النبات والحيوان. ولقد كانت الثروة الأحيائية التي جلبها المستكشفون الأفراد (ومنهم جامعو النباتات من تلاميذ «لينيوس») كانت نواة لمتاحف التاريخ الطبيعي، كما حفزت الدارسين إلى التركيز على علم التصنيف (انظر الفصل السابع)، ذلك الفرع الذي كان يشكل الجانب الأكبر من علم البيولوجيا في عهد «لينيوس» ـ إلى جانب علمَيْ التشريح ووظائف الأعضاء كعماد للمدرسة الطبية.



وفي خلال تلك الفترة كانت معظم أنشطة المشتغلين بعلوم الحياة تتسم بأنها وصفية، ولكننا نكون مخطئين إذا وصفنا تلك الفترة من تاريخ البيولوجيا بالعقم الفكري، فلقد تمت فيها إنجازات في مجال التاريخ الطبيعي (على يدَيْ بَفّن) ووظائف الأعضاء (بتشات وماجندي Bichat & Mgendie) والمورفولوجيا النموذجية (على يد جوته Goethe) والفلسفة الطبيعية (بلُومنْباخ وتابعيه)... وهذه الإنجازات كانت حجر الأساس لما تلاها من «اختراقات فكرية». ولكن ـ من مُنطلَق التباين والتفرد في عالم الأحياء ـ ظلت الحاجة لإرساء قاعدة راسخة لعلم البيولوجيا أكثر ضرورة منها في العلوم الفيزيقية... ولقد وضعت هذه القاعدة ليس فقط من خلال علم التصنيف، بل أيضا من خلال علم الحفريات والتشريح المقارن والجغرافيا الحيوية وما إليها من علوم بيولوجية.

إن لفظ «بيولوجيا» ـ كمصطلح لعلوم الحياة ـ قد استُحدث عام ١٨٠٠ في مؤلفات «لامارك» و«تريڤيرانُس Treviranus» و«بورْداخ Burdach»، ولكن لم يكن هناك في بداية الأمر حقل أبحاث حقيقي يستأهل هذا الاسم. غير أن هذا المصطلح كان مؤشرا على بداية نقلة نحو اهتمام بالكائنات الحية أكبر من ذلك الذي كان محصورا في دائرة الدراسات التصنيفية والوصفية، التي كانت مجال الاهتمام حتى ذلك الوقت. ولقد قدم «تريڤيرانس» (١٨٠٢ ـ ١٨٠٤) تعريفا بالمجالات التي سوف تكون موضع اهتمام من وضعوا مصطلح «بيولوجيا» تحديدا لمنهج دراساتهم في الحياة والأحياء.

ولقد وضعت أُسس علم البيولوجيا ـ كما نعرفه اليوم ـ فيما بين ١٨٢٨ و١٨٦٦ متمثلة في أعمال «فون بير von Baer (علم الأجنة)»، و«شوان» مع «شلَيْدن» (علم الخلية) و«مولر» و«ليبيج» و«هلْمهولْتز» و«دوبوا ـ ريموند» و«برنارد» (علم وظائف الأعضاء) و«والاس» و«دارْون» (التطور الحياتي والجغرافيا الحيوية) و«منْدل» (الوراثة)، وفي عام ١٨٥٩ نشر «دارْون» كتابه «أصل الأنواع» الذي كان تتويجا لإنجازات بضعة وثلاثين عاما مهدت الطريق أمام ميلاد معظم الفروع البيولوجية المستحدثة التي نعرفها اليوم.



**المناهج المقارنة والتجريبية في البيولوجيا**

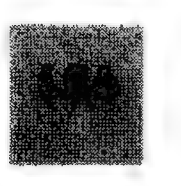
منذ عصر الإغريق حتى الأزمنة ا لحديثة، كان للفلاسفة والعلماء منهاجان رئيسيان في بحثهم عن النظام الذي تسير عليه الطبيعة، وكان المنهاج الأول هو البحث عن القوانين المسؤولة عن الانضباط الذي يلاحظونه، والمنهج الثاني: البحث عن «العلاقات» بمعنى الأشياء المشتركة بين الموجودات والظواهر، وكان السبيل الوحيد إلى ذلك هو المقارنة.

ولقد حقق المنهاج الثاني أعظم انتصاراته في أعمال «كوڤيير Cuvier» ومعاونيه في تطويرهم علم الشكل المقارن (الذي لم يأخذ شكله العلمي الصحيح إلا بعد إعلان «داروين» عام ١٨٥٩ نظريته عن الأصل المشترك)، وعندئذ أصبح نجاح المنهاج المقارن يؤهله للتطبيق في مجالات بيولوجية أخرى، أدّت إلى استحداث فروع جديدة مثل علم الفسيولوجيا المقارن، وعلم الأجنة المقارن، وعلم النفس المقارن وهلم جرا...

ولقد كان اختراع آلات الفحص وتطويرها دافعا قويا لتحديث علم البيولوجيا (ومن أمثلتها ما اخترعه «جوهانز مولر» وتلاميذه، وكذلك «كلود برناردي» من أجهزة ساعدت على إنجازات رائدة في مجال وظائف الأعضاء)، غير أن مكان الصدارة بين تلك المخترعات، كان للمجهر وما طرأ عليه من تحسينات مطَّردة، أدّت إلى تطوير اثنين من مجالات البحث البيولوجي هما: علم الخلية وعلم الأجنة.

وفي أعقاب ١٨٧٠ حدث صدع في كيان علم البيولوجيا أدى إلى ظهور مدرستين مختلفتين في البحث عن أسباب الظواهر البيولوجية: إحداهما تحيل المشكلة إلى الأسباب القريبة المباشرة، والأخرى تهتم بجذورها وتبحث عن الأسباب البعيدة، وكما رأينا في الفصل السابق استمر الجدل العنيف بينهما حول أيهما الأقرب إلى الصحة، واليوم قد اتضحت بالطبع ضرورة الأخذ بالرأيين لاستيفاء جوانب الحقيقة.

وبعد أن اكتُشف التشابه بين النبات والحيوان من حيث تركيب خلاياهما ووظائفهما (بشكل عام)، وكذلك من حيث طريقة توارث الصفات المميزة للفرد، أصبح التقسيم القديم لعلم البيولوجيا إلى فرعين: النبات والحيوان فاقدا للجانب الأكبر من دلالته، وتأكد ذلك بوجه خاص بعد اكتشاف ما بين



النبات والحيوان من تشابه يصل إلى درجة التوحُّد فيما يتم داخل جسم كل منهما من عمليات كيموحيوية biochemical على المستوى الجزيئي، وبعد اكتشاف الفروق المميزة لأي من مملكتي النبات والحيوان عن الفطريات وعن الكائنات بدائية النوى، وتزايد وضوح أهمية تصنيف الكائنات طبقا لمفاهيم بيولوجية جديدة، تحل محل القاعدة القديمة وهي نوع الكائن.

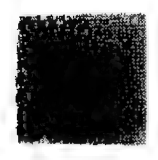
وبعد التطور الملحوظ في مجال بيولوجيا الخلية والبيولوجيا الجزيئية، ارتفعت أصوات تنادي بالتخلص كلية من كلمتَي «نبات» و«حيوان»، ولكن بقيت الحاجة إلى الفصل بين هذين الفرعين قائمة في مجالات معينة، مثل علم الشكل (المورفولوجيا Morphology) وعلم التصنيف Taxonomy، وكذلك يوجد بعض الخلاف بين النبات والحيوان من حيث التطور والأداء الوظيفي، وبعد ذلك يبقى السلوك مختصا بالحيوان وحده. ومهما كان حجم التقدم في البيولوجيا الجزيئية، فالحاجة ما تزال ماسة إلى دراسة بيولوجية الكائنات ككل، حتى لو اقتضى ذلك إعادة النظر في تنظيم هذا العلم.

وفيما عدا هذه الحالات القليلة فإن باقي القضايا البيولوجية يتساوى فيها النبات والحيوان بخاصة فيما حقق دارسوهما من إنجازات متكافئة، ففي مجال علم النبات اكتشف «براون»(*) نواة الخلية، كما اشترك عالِم النبات «شلَيّدن» مع عالِم الحيوان «شوان» في وضع «نظرية الخلية» التي طورها «فيرشاو» القادم من عالَم الطب وعلم الحيوان. كما اشترك بعض علماء النبات مع زملائهم من علماء الحيوان في إنجاز عدد من الاكتشافات التي أفضت إلى فهم سر عملية الإخصاب، ومعرفة المزيد من أسرار علم الخلية وعلم الجينات Genetics(**).

ولقد بُذلت محاولات عديدة لعمل هيكل تصنيفي شامل لكل ما يمكن أن يندرج تحت كلمة «بيولوجيا» من ظواهر حياتية، ولكن ـ وحتى الآن ـ لم تحقق أي محاولة منها النجاح الكامل نظرا للكم الهائل من القضايا المختلفة التي يتضمنها هذا العلم الكبير المتشعب، بل إن بعض التصنيفات المقترحة قد أدت إلى اختلاط المفاهيم، وهذا واضح في تقسيم علم البيولوجيا إلى: وصفي

(*) هو أيضا مكتشف حركة السيتوبلازم التي أطلق اسمه عليه Brownian Movement (المترجم).

(**) مصطلح يراه المترجم أدق تعبيرا من مصطلح «علم الوراثة» الشائع الاستعمال (والذي يدل على ظاهرة انتقال الصفات heredity لا على العوامل المسببة لها والمتحكمة فيها، وهي الجينات genes التي ا شتق منها اسم هذا العلم Genetics.

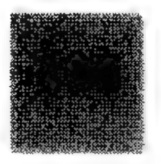


ووظيفي وتجريبي، وهو تقسيم لا يقتصر خطؤه على إغفال مجال رئيسي مثل البيولوجيا التطورية، بل يتجاوز ذلك إلي تجاهل أن الوصف أمر لا مفر منه في كل هذه المجالات، وأن التجربة هي الأداة الرئيسية، ليس فقط لجمع البيانات اللازمة في المجال الوظيفي بل أيضا لاختبار صحة الاحتمالات المطروحة في كل المجالات.

ولقد تجلى عيب هذا التقسيم في شكل مفاهيم خاطئة، ظهرت في تصريحات بعض الأعلام مثل «دريش» الذي كدس عددا من الفروع (مثل البيئة والتطور) مع علم التصنيف في وعاء واحد، والذي اعتبر كل الدراسات في إحيائية الكائنات علوما وصفية بحتة لمجرد أنها ليست تجريبية. وبالمثل، كان ادعاء «جيليسبي Gillispie» أن علم التصنيف لا يهم المشتغل بتاريخ العلوم، مثالا آخر لسوء فهم كنه المجالات المختلفة.

## محاولات جديدة لهَيْكلَة البيولوجيا

في عام ١٩٥٥ نظم مجلس علم البيولوجيا ندوة خاصة لتحليل المفاهيم البيولوجية الشائعة، بغية الوصول إلى أفضل هيكل يعبر عن طبيعة بنية هذا العلم، وكانت المعايير التي اقترحها المشاركون في الندوة من شأنها أن تؤدي إلى تقسيمه إلى مجالات شديدة الاختلاف، ولكن كان هناك تحبيذ واسع لاقتراح «مَيْنكس Mainx» تقسيم البيولوجيا إلى ثلاثة مجالات رئيسية هي: الشكل Morphology والأجنة Embryology ووظائف الأعضاء Physiology، بالإضافة إلى قليل من الموضوعات التي كثيرا ما تكون الاعتبارات المورفولوجية في أذهاننا ونحن نقسمها تصاعديا إلى فروع مثل: علم الخلية Cytology، وعلم الأنسجة Histology وعلم أداء الأعضاء الكاملة whole-organ Physiology، كما حاز قبولا واسعا أيضا اقتراح «ڤايس weiss» الذي قسم العلم ـ تصاعديا أيضا ولكن من منظور آخر ـ إلى: بيولوجيا جزيئية Molecular Biology، وبيولوجيا خلوية Cellular Biology، وبيولوجيا وراثية Genetic Biology، وبيولوجيا تطورية Developmental Biology، وبيولوجيا الجماعات والبيئة Group & Environmental Biology، وهذا هو التقسيم الذي اتخذته مؤسسة العلوم القومية أساسا لعَنْونة مصادرها المعلوماتية. ومن الطريف أن واضع هذا التصنيف قد جمع فروعا شتى



مثل: التصنيف والسلوك والتطور والبيئة في كومة واحدة تحت الفئة الأخيرة من الهيكل المقدم منه (وهي التي تضم كل ما يخص مجموعات الأحياء)، بينما احتجز خمس فئات متساوية الأهمية لما يخص الكائن الحي كفرد، وليس في ذلك غرابة لأن «فايس» الذي وضع هذا الهيكل من المتحمسين للمنهج التجريبي.

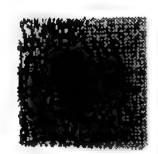
بشكل عام كانت المعايير التي قدمها كل مشارك في تلك الندوة لتقسيم العلم متأثرة بخلفيته التعليمية، فلو كان المشارك من حقل العلوم الفيزيقية لكان اعتماده أكثر على الأسس التجريبية والوظيفية، بينما كان البيولوجيون بالمقابل يركزون على الجوانب التطورية وظاهرة التنوع والتفرد والاستدلال المبني على المشاهدات.

وفي عام ١٩٧٠ شكلت الأكاديمية القومية لجنة لدراسة علوم الحياة، قسمت هذه العلوم إلى اثنتي عشرة فئة هي البيولوجيا الجزيئية (مع الكيمياء الحيوية)، علم الجينات، بيولوجيا الخلية، الفسيولوجيا، البيولوجيا التطورية، المورفولوجيا، البيولوجيا التطورية والتصنيف، علم البيئة، البيولوجيا السلوكية، علم التغذية، علم آليات المرض Disease Mechanisms وأخيرا علم العقاقير Pharmacology (والفروع الثلاثة الأخيرة منها لها أهمية تطبيقية واضحة). وعلى الرغم مما أدخله هذا التقسيم على ما سبقه من تحسينات، إلا أنه لم يَخْلُ من المشكلات ومنها: اعتبار التصنيف والبيولوجيا التطورية فرعا واحدا.

وأخيرا حان الوقت لنتبين أن الأسئلة الثلاثة الكبرى: «ماذا؟» و«كيف؟» و«لماذا؟» من الممكن أن تساعدنا في الوصول إلى وضع هيكل أفضل لتصنيف العلوم الحياتية كما سيتضح من العرض التالي.

### أسئلة الماهية "What"

ليس بمقدور أحد أن يصنع ما يمكن أن يسمى «علما» - أيا كان نوعه - من دون أن يبدأ محاولاته بتسجيل المشاهدات التي منها تتكون القاعدة الواقعية، التي يمكن أن يبني عليها النظريات، ومن هنا كان الوصف ركنا شديد الأهمية في بناء أي مجال علمي. ومن الغريب أن إلصاق كلمة «وصفيّ» بأي مجال علمي كان دائما مشوبا بالازدراء، كما هو واضح في

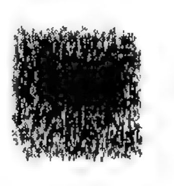


وصف الفسيولوجيين أعمال المورفولوجيين (مع أن أعمال الفريق الأول لا تقل وصفية عن أعمال الفريق الثاني). ولقد اعترف بعض المشتغلين بالبيولوجيا الجزيئية بالحرج لأن معظم أعمالهم المنشورة لم تخرج عن كونها تسجيلا للحقائق (بمعنى أنها كانت وصفية)، مع أنه لا داعي لهذا الحرج لأن هذا الفرع الجديد لا بد له من المرور بهذه المرحلة الوصفية، شأن كل فروع العلم الأخرى التي سبقته.

ومما قد يقودنا إلى الخطأ أن نميز فرعا مستقلا من هذا العلم تحت اسم «البيولوجيا الوصفية»، لأن الوصف هو أول خطوة في أي فرع من هذا العلم، فعلم التصنيف ـ وهو تعريف الأنواع وما فوقها من مجموعات ـ ليس بأكثر وصفية من الجانب الأكبر من البيولوجيا الخلوية أو الجزيئية، فلا ينبغي إذن تقبيح الوصف بأي حال، فهو الأساس الذي لا غنى عنه لكل مجالات البحث البيولوجي.

ومما يدعو إلى الاندهاش أن التصنيفيين الأوائل أنفسهم كانوا قليلي التقدير لقيمة تخصصهم بالذات، ففي إحدى الندوات التي عقدت عام ١٩٢٩ قال «هويلر W.M.Wheeler» ـ وهو عالم متخصص في تصنيف النمل ـ «إن التصنيف هو علم بيولوجي بلا نظرية لأنه مجرد تشخيص وتعريف طبقا للصفات المميزة». ولقد تبيّن مدى خطأ هذه الفكرة من خلال ما نشره علماء لاحقون مثل «هننج» و«سَمْبْسَن» و«بُك Bock» و«هَلْ Hull» و«أَشْلوك Ashlock» و«رِنْش Rensch»، الذين كان لهم الفضل في تعريف التصنيفيين بقيمة تخصصهم العلمي.

في كل مجالات العلوم يتم تناول العمليات والقضايا على قدم المساواة، ولكن في بعض العلوم ـ كالفسيولوجيا ـ تحظى العمليات بالجانب الأكبر من اهتمام الباحث، لأنه يوجه كل اهتمامه إلى فهم الكيفية التي تدور بها «آلة الحياة»، بينما في مجال البيولوجيا التطورية، لا تحظى العمليات من الباحث إلا بالقدر اليسير الذي يُعِينهُ على فهم التغيرات التطورية، وبخاصة تلك التي تؤدي إلى حدوث التكيف مع البيئة أو تفسير الفروق بين الأنواع المختلفة، والأمر طبعا يختلف باختلاف المجال البحثي، وبخاصة في علمَيْ التصنيف والبيئة حيث يكثر التفاعل والتداخل بين مختلف العوامل، مما يتطلب «استراتيجية» خاصة في التناول.



ولا خلاف في أن دراسة تَنوُّع صور الحياة تتطلب البدء بالوصف الدقيق كخطوة أولى، وبالإضافة إلى علم التصنيف يصح هذا القول أيضا بالنسبة لعلوم الحفريات والطفيليات والجغرافيا الحيوية وجميع فروع البيولوجيا المقارَنة (بما فيها الكيمياء الحيوية المقارنة)... فهذه الوصفية هي التي تمكننا من المقارنة الضرورية لاستخلاص الأحكام العامة والنظريات التي هي أهم ثمار العلم.

وفي أي مجال علمي يندر أن تصل مرحلة جمع البيانات هذه حد الكمال، فهي تمثل «جبهة» لانهاية لها، ليس فقط في العلم بصفة عامة، بل أيضا في كثير من فروعه، ومتى أتيحت لنا طرق جديدة لجمع المعلومات تفتحت أمامنا آفاق رؤية جديدة واسعة. وأوضح مثال لذلك: اختراع المجهر الإلكتروني الذي فتح الأبواب أمام الاكتشافات الباهرة، وفي مجال علم اللافقاريات كان ابتكار التقنيات الجديدة لجمع الحيوانات الدقيقة من الطبقة السفلى للبحار العميقة، هو الذي أخذ بأيدينا إلى اكتشاف الكائنات التي ارتبط ظهورها بحدوث البراكين في أزمة غابرة.

لو أن عالما بيولوجيا ألقى نظرة الى الوراء على تاريخ هذا العلم، لشعر بالخجل نحو إهمال دراسة العديد من الكائنات لمجرد أنها لم تكن حيوانات راقية أو نباتات راقية، وكيف أن كل كائن لا يحمل بوضوح سمات تقطع بأنه حيوان كان يُلحق فورا بمملكة النبات. فالفطر مثلا لم يتبين البيولوجيون مدى اختلافه عن النباتات (بل وربما مدى قرابة صلته بالحيوانات) إلا حديثا جدا... بل لقد تأخر البيولوجيون في اكتشاف الفروق بين البكتيريا وما إليها من كائنات بدائية النوى Prokaryotes وبين حقيقيات النوى Eukaryotes (وتتضمن عالم الأوليات Protists والفطريات وما فوقها من نباتات وحيوانات)... هذا التأخر قد امتد إلى ما بعد اكتشافهم الفرق بين الفطر والنباتات... والآن أصبحت بدائيات النوى تعتبر مملكة مستقلة، ومثالا حيا لما أسميته «جبهة لانهائية» في علم البيولوجيا حتى على المستوى الوصفي.

### أسئلة الكيفية «How» والسببية «Why»

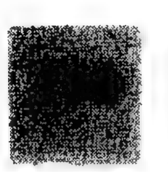
لم تنجح أسئلة «الماهية» وحدها في إرشادنا إلى طريقة سليمة لتصنيف فروع علم البيولوجيا، ومن ثم وجب علينا التحول إلى المجموعتين الأخريين من الأسئلة.

ولنبدأ بأسئلة الكيفية التي هي الشغل الشاغل للباحثين في كل مجالات علم الوظائف (بما فيها البيولوجيا الوظيفية)، وهم يتطلعون إلى معرفة الطريقة التي يتم بها الأداء على كل مستوياته: بدءا من الجزيء وصعودا حتى الكائن الكامل (مرورا بالخلية فالعضو)، ومعرفة الإجابة عن أسئلة الكيفية هي ما سبقت الإشارة إليه تحت عنوان «الأسباب القريبة».

في مجال العلوم الفيزيائية قادت أسئلة الكيفية إلى اكتشاف أعظم القوانين الطبيعية ولقد ظلت هذه الأسئلة أيضا كثيرة الورود في مجال البيولوجيا حتى أوائل القرن الـ ١٩ بسبب سيطرة الفكر الفيزيكالي على مجالي الصدارة في علم البيولوجيا آنذاك وهما: الأجنة والوظائف، حيث انصب الاهتمام على تقصي الأسباب القريبة للظواهر الحياتية. على أن تحري الدقة يفرض علينا الاعتراف بأن أسئلة السببية كانت واردة أيضا، ولكنها كانت سرعان ما تنسحب أمام قوة العقيدة المسيحية التي كانت لها الغلبة في العالم الغربي آنذاك، والتي في ظلها سادت مذاهب فكرية مثل الفيزيقية Physicalism.

وأسئلة السببية تستهدف الكشف عن العوامل التاريخية والتطورية التي تعزى إليها كل مظاهر الحياة التي تمارسها الكائنات، سواء منها التي انقرضت أو التي مازالت باقية، ومن أمثلة هذه الأسئلة: «لماذا يقتصر وجود الطيور الطنانة على العالم الجديد (القارة الأمريكية)؟»، و«لماذا تهاجر الطيور آكلة الحشرات في الخريف من مواطنها الأصلية (المناطق المعتدلة) إلى مناطق أخرى (حارة أو شبه حارة)؟». مثل هذه الأسئلة ترتبط عادة بالتكيف البيئي أو بالتباين العضوي Organic Diversity، وقد جرى العرف على تسميتها: «أسئلة البحث عن الأسباب النهائية» Ultimate Causations، وهي لم تكتسب الصفة العلمية إلا بعد ظهور فكرة التطور، وخصوصا في أعقاب عام ١٨٥٩ الذي أعلن فيه «داروِن» نظرية الانتخاب الطبيعي التي ألقت الضوء على كنه الاختلاف بين أنواع الكائنات.

وقليلون جدا من يعرفون أن الفضل يرجع إلى «داروِن» في اكتساب أسئلة السببية صفة المشروعية العلمية، وإدخال التاريخ الطبيعي برُمته إلى دائرة العلم بعدما كان الفيزيكاليون من أمثال «هرشل» و«رذرفورد Ruther Ford»



يستبعدُونه منها لعدم انسجامه مع القواعد المنهاجية المتعارف عليها آنذاك في علم الفيزياء، متجاهلين بذلك الفارق الكبير بين المادة غير الحية (التي هي مجال بحث العلوم الفيزيائية) وبين الكائنات الحية التي يحكمها برنامج جيني عريق القدم يدفعنا الى الإلحاح في أسئلة السببية، وهذا هو الإنجاز المهم الذي حققه «دارون».

إن استعمال مصطلحي الأسباب القريبة والبعيدة له تاريخ طويل ربما يمتد الى أيام علم اللاهوت الطبيعي، ولقد قيل إن هذين المصطلحين قد وردا على لسان «هربرت سبنسر Herbert Spencer»، غير أن أقدم مرجع أمكنني العثور عليه كان رسالة كتبها «رومينس G.J.Romanes» إلى «دارون» عام ١٨٨٠ ورد فيها ما نصه: [إن القول بإن انتقال الصفات الوراثية راجع إلى حركة جزيئات مادية يعطينا بلا شك السبب النهائي للظاهرة، غير أن فهمنا الصحيح يتطلب تفسيرا مستمدا من أسباب أكثر قربا] انتهى كلام «رومينس»، وهو كلام ينم عما كان يكتنف القضية من غموض، ولهذا لم يكن بمستغرب أن تمر أربعون سنة أخرى قبل أن يُستعمل المصطلحان بطريقة محددة كالتي وردا بها فيما نشره «جون بيكر Johan Baker» (١٩٣٨)، حيث يقول: «إن تربية الحيوانات تحت ظروف مناخية مختلفة لعدة أجيال متعاقبة قد ولدت فيها القدرة على الاستجابة لبعض الحوافز الصادرة عن التغير في درجة الحرارة، فأصبحت الصغار تنمو في فصول السنة المعتدلة الحرارة بشكل أفضل من نموها في الفصول الباردة... ومن ثم يمكن القول بأن اعتدال الحرارة هو السبب البعيد (النهائي) لحسن نمو الصغار في هذه الظروف المناسبة التي يمكن تسميتها بالمثلى، وبالطبع لامبرر لافتراض أن هذه الظروف بالذات هي بالضرورة التي تشكل السبب القريب (المباشر) الذي يدفع الصغار للنمو والآباء والأمهات للتناسل»... ونقلا عن «بيكر» أخذ دافيد لاك David Lack هذه التسمية الاصطلاحية في عام ١٩٥٤، وبعد ذلك بسبع سنين أخذها عنهما مؤلف هذا الكتاب الذي حدد الفروق بين المصطلحين، وأضفى على مصطلح «السبب البعيد» مدلوله التطوري الداروني، ثم سرعان ما سرى استعمال المصطلحين بمعناهما المحدد والمتطور هذا على لسان «أريانس Orians» وغيره من البيولوجيين.

إن الأسباب القريبة هي تلك التي تؤدي مباشرة إلى حدوث الظواهر المتصلة بنمو الكائن ـ سواء على مستوى الفرد الكامل أو أحد أجزائه (الأعضاء وما دونها)، وبأدائه وظائفه كما تجليه لنا البحوث الفسيولوجية بدءا من مستوى الشكل الوظيفي وحتى مستوى الكيمياء الحيوية تعبيرا عن «فك شفرة» برنامجه الجيني، فهي إذن تعطينا الإجابة عن أسئلة «الكيفية»، أما الأسباب البعيدة (النهائية أو التاريخية) فهي ما يمكن وصفها بالتطورية لأنها تحاول أن تفسر لماذا أصبح الكائن على الحال التي هو عليها .. وبتعبير أكثر دقة: كيف أدى به التطور إلى هذه الحال، فهي تحاول أن تلقي الضوء على منشأ البرنامج الجيني ومساره التاريخي عبر الأجيال السابقة، وإذن فهي تحاول أن تجيب عن أسئلة «السببية».

ولسوء الحظ ظلت محاولات تفسير الظواهر البيولوجية طوال الـ ١٣٠ عاما الماضية مقصورة على تقصي إحدى المجموعتين من الأسباب دون الأخرى... فمن أحد الجانبين كان التجريبيون يدعون أن التطور راجع كلية إلى عمليات فسيولوجية تتم في مرحلة التكوين الجيني، بينما كان البيولوجيون التطوريون ـ من الجانب الآخر ـ يركزون على حقيقة أن بيضة أي نوع حيواني ـ سمكة كان أم ضفدعا ـ لا تعطي في النهاية إلا فردا من النوع نفسه، وأن ظاهرة تلخيص مراحل الارتقاء Recapitulation لا تعني شيئا ما لم نأخذ الجوانب التطورية في اعتبارنا... بل إن كثيرا من الخلافات بين المدارس العلمية التي شاعت في الماضي حول القضايا البيولوجية الكبرى كانت نتيجة لهذه النظرة الأحادية الجانب.

والخلط المستمر بين أسباب المجموعتين واضح بشكل خاص في كتابات فريقي من يسمون بـ «التركيبيين Structuralists» و«المورفولوجيين المثاليين Idealistic Morphologists»، الذين يتسم منهجهم الفلسفي بالغائية، وهم ضد فكرة الانتخاب، ولا يعترفون بالمصادفة كعنصر تفسيري للظواهر البيولوجية التي يجب ـ في رأيهم ـ تجاهل جانبها التاريخي أو التطوري (على فرض احتمال وجوده أصلا!)، كما أنهم لا يعترفون إلا بالتفسيرات الفيزيوكيميائية الخالصة للظواهر البيولوجية، التي يرون أن اشتراك الأسباب القريبة مع البعيدة في حدوث معظمها أمر غير جائز.



إن سبيل المعارف البيولوجية طريق مزدوج: شقاه هذان النوعان المختلفان جدا من أسئلة السببية، ولقد ساعد إدراك هذه الحقيقة على إزالة كثير من أسباب التناقض الفكري، كما أدى إلى زيادة وضوح الحدود بين مختلف مجالات علم البيولوجيا والمناهج المنشودة لدراستها، بحيث أصبح من السهل اختيار المنهج المناسب للموضوع المناسب، وفوق ذلك فقد شد الانتباه إلى أهمية التقصي التاريخي للوصول إلى التبريرات البعيدة (النهائية)، والدراسات الفسيولوجية للكشف عن التبريرات القريبة (المباشرة)، وعن طريقه اتضح أن معظم البيولوجيين لن يخرجوا عن كونهم تلاميذ إحدى المدرستين بناء على الجانب الذي يختاره كل منهم مجالا لدراسته... ومع ذلك فإنني مازلت مصرا على أن أي ظاهرة حياتية لن يكتمل تفسيرها إلا بالكشف عن مبرراتها القريبة والبعيدة... وحتى مع تركيز معظم التخصصات البيولوجية على أحد الجانبين، فلابد من إعطاء الجانب الآخر قدرا من الاعتبار صغيرا كان أم كبيرا.

ولنضرب مثالا من مجال البيولوجيا الجزيئية. إذ إن لكل جزيء معين دورا وظيفيا في حياة الكائن، ولكي نفهم هذا الدور حق الفهم علينا أن نجيب على مجموعتين من الأسئلة، الأولى تتحرى معرفة كيف يؤدي هذا الجزيء دوره وكيف يتفاعل مع غيره من الجزيئات، وما دوره في المحافظة على توازن الطاقة في الخلية... وهكذا. هذه الأسئلة تقودنا إلى دراسة المبررات القريبة... ولكن إذا سألنا: لماذا تحوي الخلية هذا الجزيء، وما الدور الذي لعبه في تاريخ الحياة، ومانوعية التغيرات التي طرأت عليه في أثناء رحلة التطور، وكيف ولماذا يختلف عن الجزيئات المناظرة له في خلايا كائنات أخرى، وغير ذلك من الأسئلة المماثلة... عندئذ نكون باحثين عن التبريرات البعيدة... ودراسة كلا الجانبين ضرورية وعلى القدر نفسه من الأهمية.

هناك مجال آخر يزيد وضوح الصلة الوثيقة بين هذين الجانبين هو: دراسة سلوك الحيوان: فممارسة نوع معين من الحيوانات أعماله السلوكية إنما هي نتيجة للتطور (تبرير بعيد)، أما تفسير كيفية أدائها وما يتطلبه من دراسة لفسيولوجية الأعصاب فهذا من التبريرات القريبة... وأوجه الخلاف بين التبريرات القريبة والبعيدة كثيرة يمكن تلخيصها على النحو التالي:

- التبريرات القريبة منشؤها النمط المظهري للكائن Phenotype، ومجال البحث عنها هو شكله الظاهري وسلوكه، بينما التبريرات البعيدة تعبر عن نمطه الجيني Genotype وتتحرى تفسيره عن طريق تقصي تاريخه.

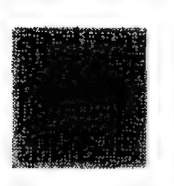
- التبريرات القريبة أحداث محسومة، معاصرة، ولها وقت محدود وآثارها مباشرة، أما التبريرات البعيدة فهي احتمالية، وحدوثها تم في زمن سابق مستغرقا فترات زمنية طويلة عبر مسيرة التطور.

- التبريرات القريبة تتضمن «فك شيفرة» برنامج جيني قائم بالفعل، بينما البعيدة هي التي استحدثت البرامج الجينية، وأحدثت ما اعتراها من تغيرات.

- الطريق إلى معرفة التبريرات القريبة هو إجراء التجارب، أما البعيدة فالوسيلة إلى معرفتها هي الاستدلال واستقراء الأحداث التاريخية Historical Narratives.

### تقسيم جديد على أساس الكيفية والسببية

أساس هذا التقسيم هو الجوانب التي تُدرس منها الظاهرة الحياتية: هل هي الأسباب القريبة (المباشرة) ام البعيدة (التطورية)؟ فالمجموعة الأولى تشمل كل فروع الفسلجة أو علم الأداء Physiology (وظائف الأعضاء، والفسيولوجيا الخلوية وفسيولوجيا الحس وفسيولوجيا الأعصاب، وعلم الغدد الصم وهلم جرا، كما تنسجم معها معظم جوانب علم البيولوجيا الجزيئية ، وعلم الشكل الوظيفي وبيولوجيا التكوين، أما المجموعة الثانية فتنسجم معها على أحسن وجه: البيولوجيا التطورية (انتقال الجينات وأصول السلوك والتصنيف والشكل المقارن وعلم البيئة... وهذا التقسيم تنشأ عنه فورا مشاكل مثل ضرورة تجزئة علم الجينات إلى توارثي Transmission وأدائي Physiological وتجزئة علم الشكل إلى وظيفي ومقارن، وعلى أي حال فكلا هذين التخصصين (وربما غيرهما أيضا) قد ظلا وقتا طويلا متشعبي المفاهيم تحت مظلة الاسم الواحد، بل إن الخلط بين شعبتي التخصص الواحد كان أمرا واقعا بالفعل، فكثيرا ما اشتغل المورفولوجيون الوصفيون بدراسة الشكل الوظيفي. وهناك صعوبة أخرى تواجه هذا التقسيم هي الوضع الحائر لعلم البيئة، الذي يشمل دراسة موضوعات معقدة ومتشابكة، تبحث عن المبررات القريبة والبعيدة معا، وهناك مثال آخر لهذا التداخل هو علم الخلية الذي ولد في القرن الـ ١٩ على أيدي «شوان» و«شليدن» و«فيرشاو». فقد



كان من الواضح آنذاك أن هذا المجال الوليد ما هو إلا فرع جديد من علم الشكل الوصفي Descriptive Morphology، خاصة أن ازدهار دراسته تم عن طريق الفحص بالمجهر الإلكتروني... ولكن بعد استحداث علم بيولوجيا الخلية، اتضح أن الدراسات الخلوية أكثر انتماء إلى المجال البيولوجي (وبالتحديد البيولوجيا الجزيئية) منها إلى المجال المورفولوجي (علم السيتولوجيا).

## تحولات القوى في البيولوجيا

إن إعادة الهيكلة الجارية لعلم البيولوجيا لم تسلم من الكثير من المناهضات والقلاقل والتوتر، فمجرد أن ينجح فرع تخصصي جديد تبدأ الحرب من أجل الاحتفاظ بمكانه تحت الشمس وشد الانتباه إليه إلى أقصى حد، والحصول على أكبر قدر من الموارد بمعزل عن الفروع الأخرى القائمة فعلا، وأذكر أنني عندما حصلت على درجة دكتوراه الفلسفة في العلوم .Ph.D من برلين عام ١٩٢٦ نصحني بعض أعلام علم الحيوان بالتحول إلى دراسة «ميكانيكا النماء» (وكان آنذاك فرعا مستحدثا هناك واسمه بالألمانية «Entwicklungs- Mechanik») لو كنت سأختار الطريق الأكاديمي ـ لكي أضمن في المستقبل «كرسيا» خاليا بين التخصصات المرموقة في علم الحيوان (كان موضوع رسالتي للدكتوراه في أحد المجالات الوصفية التي أصبحوا يمتعضون منها... بل لقد تنكر بعض المتخصصين فيها لأساتذتهم). ولقد كان سلوكهم هذا مصداقا لما ذكرته منذ قليل عن ركوب كل موجة جديدة مع طرد المنافسين من الساحة... وكانت آخر مرة حدث فيها هذا متزامنة مع أول موجات ازدهار علم البيولوجيا الجزيئية، إذ جاهر عالم الكيمياء الحيوية «جورج فالد George Wald» بأنه لا يوجد إلا علم بيولوجي واحد هو البيولوجيا الجزيئية... وقد أحدثت صيحته أثرها، إذ بادرت بعض جامعات الولايات المتحدة بإحلال متخصصين في هذا الفرع الجديد محل البيولوجيين التقليديين إلا فيما ندر.

وهذا الانحياز التخصصي سائد أيضا خارج دائرة المشتغلين بالعلوم، فقد جرى العرف على تفضيل العلوم الفيزيائية عن الترشيح لجائزة «نوبل» أو لعضوية الأكاديمية القومية، وعند الاختيار للمناصب الاستشارية في الحكومة وقطاع الصناعة. فإذا ما اقتضى الأمر النظر إلى العلوم البيولوجية كانت الأفضلية دائما للتخصصات ذات الطابع الفيزيائي، أما المجالات الأخرى ذات الطابع الحياتي مثل التباين الأحيائي Biodiversity فكانت تهمل بإصرار.

(على الرغم من أن هذا التباين هو إحدى أهم قضيتين في مجال البيولوجيا التطورية)، ولقد ظل أصل هذا التباين موضع تجاهل شبه تام فيما قبل استحداث فرع التركيب التطوري Evolutionary synthesis (الذي أشرنا إليه في الفصل الخامس)، وعلى العكس من ذلك، كانت فروع البيولوجيا المتصلة بالطب محل تفضيل دائما من جانب الهيئات التي تصرف منحا مالية لباحثين (وذلك لأسباب لا تخفى على أحد)، حتى إن مشروعات البحث المتكافئة كانت تمول عادة بسخاء أكبر لو كان وراءها أحد المعاهد القومية للصحة مما لو كانت وراءها مؤسسة العلوم القومية.

وبالنسبة لعلم النبات فإن كثيرا من رواده وخاصة في مجالي «السيتولوجيا (علم الخلية) والبيئة ـ قد احتلوا منزلة الصدارة في عالم البيولوجيا منذ أيام «لينيوس» وحتى مستهل القرن الـ ٢٠، كما أن الثلاثة الذين أعادوا اكتشاف «مندل» (وهم: «ديفرى» و«كورنس Correns» و«تشرماك Tschermak» كانوا من علماء النبات... غير أن علم النبات بدأ بعد ذلك يعاني سلسلة من التحولات أولها انسلاخ دراسة الفطريات عنه لتصبح علما مستقلا اسمه «ميكولوجي Mycology» وما هو أخطر من ذلك كان انفصال دراسة الكائنات بدائية النوى Prokaryotes (ومنها البكتيريا) ثم تحول كثير من علماء الحيوان بعد عام ١٩١٠ إلى التخصص في علم الخلية (الذي كان حتى ذلك الحين حكرا على علماء النبات)، ثم في علوم الجينات، وتبعهم آخرون من علماء الحيوان أيضا ـ أحسوا بأنهم يتعاملون مع ظواهر حياتية أساسية من خلال دراستهم للسلوك أو فسيولوجيا الجهاز العصبي، وأحبوا أن يسموا «بيولوجيين» بدلا من «علماء حيوان Zoologists»، وهكذا تزايد استخدام هذه الصفة بإطلاقها على المتخصصين في أي من الفرعين إضافة إلى من يمزج في دراساته بينهما، وكمثال لذلك، أذكر أنه في عام ١٩٣١ أنشئت في قسم البيولوجي بجامعة هارفارد معامل جديدة بهدف إنعاش الدراسات ذات الطابع البيولوجي الشامل، ومع ذلك ظل بعض أساتذتها يتخذون النباتات وحدها مادة لتدريس موضوعات بيولوجية مثل «وظائف الأعضاء» وبيولوجيا التكاثر Repoduction Biology وعلم التصنيف Taxonomy... وهم الآن لا يكفون عن محاولة إبعاد من يقترب منهم من زملائهم البيولوجيين المتخصصين في موضوعات مماثلة لمجرد أنهم علماء حيوان لا نبات!!

وعندما أسس المعهد الأمريكي للعلوم البيولوجية AIBS عام ١٩٤٧ كانت أقسامه تضم الحيوان والنبات وكل ما عداهما من التخصصات البيولوجية، غير أن علماء النبات كان لديهم إحساس بأن الخصائص الفريدة للنباتات ستطوى في زوايا النسيان لو أن إدماج النبات في البيولوجيا تجاوز الحد، فحرصوا على الحفاظ على استقلاليته، بينما لم يجد علم الحيوان من يعامله بالمثل... وهكذا عند إعداد هيكل الأقسام العلمية للأكاديمية القومية عام ١٩٧٣ استبعد قسم علم الحيوان ليحل محله قسم عن: البيئة والتطور وبيولوجية العشائر أو الآهلات Population Biology.

وقد دعي علماء النبات لمثل هذا الإدماج لكنهم فضلوا الاحتفاظ بقسم مستقل لبيولوجيا النبات للسبب المشار اليه منذ سطور، وعلى أي حال فإن بعضهم تركوا هذا القسم وانضموا إلى أقسام بيولوجية عامة منها قسم الوراثة وقسم بيولوجيا العشائر. ولكن علم النبات لم يجدب بأي حال، بل إنه احتل مركز الصدارة في مجال «بيولوجيا المناطق الحارة»، كما ظلت المعشبات Herbaria (قاعات حفظ المجموعات النباتية) ودوريات علم النبات تقوم بدورها في تحقيق المزيد من التقدم لعلم البيولوجيا، ومازالت أقسام علم النبات نشطة في كثير من الكليات والجامعات، وقد استرد هذا العلم مكانته بل وأصبح أكثر إنتاجية مما كان عليه في الفترة الماضية.

يظن مبتدعو التقاليد الجديدة ومؤسسو التخصصات المستحدثة أن نشاطهم الجديد يؤدي إلى اندثار واحد أو أكثر من فروع البيولوجيا، ولكن الواقع هو أن الحاجة مازالت قائمة إلى الفروع التقليدية مثل التشريح والتصنيف والفسيولوجيا والأجنة، ليس فقط كنواة لبنوك المعلومات، ولكن أيضا لتكوين صورة شمولية عن عالم الأحياء، فهي حقا جبهات بلا نهاية كما ذكرنا... فلكل تخصص ـ فيما يبدو ـ عصره الذهبي (في كثير من الحالات يكون للتخصص الواحد بضعة عصور ذهبية). ومهما تقلبت الأحوال فلا مبرر إطلاقا لإلغاء أي تخصص لمجرد أنه أصبح تقليديا.

## البيولوجيا علم متنوع التوجهات

إن الفروق بين فروع البيولوجيا لا تقل أهمية عن الفروق بينه وبين الفيزياء أو اللاهوت أو الفلسفة أو الإنسانيات (انظر الفصلين الأول والثاني)، فلكل واحد من فروع البيولوجيا ما يخصه هو من متعلقات مثل بنك المعلومات، والنظريات،

وإطار المفاهيم وكتب المتون Text Books والدوريات والجمعيات... إلخ. وتحريا للدقة نقرر وجود بعض وجوه الشبه بين التخصصات البيولوجية التي تعنى بدراسة المبررات القريبة، ومع ذلك فإن بينها بعض الاختلافات الملحوظة في المفاهيم الرئيسية وفي طبيعة النظريات السائدة في كل مجال.

إن إنجاز التحليل اللازم لكل المجالات الخاصة في هذا العلم يحتاج إلى مساحة أكبر من المتاحة في هذا الكتاب، كما أنه فوق طاقتي، ولهذا سأحاول في الفصول القادمة نقل صورة لطبيعة الصراع بين المفاهيم المتضادة عن طريق تحليل نماذجي لأربعة مجالات: هي التصنيف وبيولوجيا التكوين، والتطور والبيئة بمفاهيمها السارية.

ولكنني أود أولا أن أبرز نقطة جاء ذكرها في مقدمة الكتاب، وهي سبب إغفالي تحليل بعض المجالات التي تتصل بكل شيء يخص الكائنات الحية ومنها علم المورثات Genetics، فالبرنامج الجيني هو العامل المؤثر وراء كل ما يخص الكائن الحي، إذ يقوم بالدور الحاسم في وضع الهيئة التي ستكون عليها بنية جسمه، وفي نموه، وأدائه الوظيفي...، والطريقة المثلى لتناول هذه الجوانب هي تتبع التاريخ الوراثي، وهذا هو ما سبق أن حاولته في كتابي «نمو الفكر البيولوجي Growth of Biological Thought (ولم تكن البيولوجيا الجزيئية قد ظهرت آنذاك كعلم له كيانه)، ومن ثم لم أتناول الجانب الآخر من هذا التخصص الحيوي وهو Developmental Genetics في ذلك الكتاب.

والآن وقد اتضح ما للبيولوجيا الجزيئية من وزن في تفسير الظواهر الحياتية في معظم مجالات الدراسات البيولوجية شعرت بضرورة النظر من خلالها إلى ما أبغي استكماله من جوانب الدراسة الجينية، فهالني الكم الهائل من التفاصيل الدقيقة التي يجب علي التعامل معها... ولهذا أحجمت عن تخصيص جانب من هذا الكتاب لهذه الدراسة، وإن كنت في الفصلين الثامن والتاسع قد سلطت بعض الضوء على بعض الاكتشافات الرئيسية في مجال البيولوجيا الجزيئية، الذي أشعر بعجزي عن معالجة قضاياه بالرغم من إيماني بأهميته... ومثل هذا الاعتراف صحيح أيضا بالنسبة لمجال بيولوجيا الجهاز العصبي Neuro-Biology وعلم النفس... وعلى أي حال فإنني آمل أن تلقى معالجتي للبيولوجيا ككل في هذا الكتاب بعض الضوء على هذين الفرعين وغيرهما من الفروع التي لم أتمكن من تغطيتها فيه.

# 7 أسئلة الماهية: دراسة التنوع البيولوجي

«الذي يجـول في الغـابات البريطانية ويتأمل ما فيها من مـختلف أنواع الطيـور النادرة، يعلم أنه لا مـجـال للارتجـال في وضع الحـدود بين الأنـواع التـي هـي مـن صنع الطبيعة».

**المؤلف**

التنوع Diversity هو أهم ما يسترعي الانتباه في عالم الأحياء، وبالتحديد تلك التي تتناسل جنسيا، حيث لا يكتمل التشابه بين أي اثنين سواء على مستوى الأفراد أو العشائر أو الأنواع أو ما فوق ذلك من مجموعات تصنيفية... فحيثما نظرنا في الطبيعة من حولنا رأينا التفرد، ولقد بدأت معرفتنا بهذه الظاهرة منذ ٣٠٠ عام نتيجة لما سجله المستكشفون الرواد من مشاهدات في أثناء رحلاتهم الفردية التي جابوا فيها القارات والجزر، وجمعوا من كل منها العديد من أنواع النبات والحيوان المختلفة، ثم أعقب ذلك اكتشاف أحياء المياه العذبة والمالحة، الذي أضاف بعدا آخر إلى معرفتنا بتباين الأحياء... ثم ما حققه لنا الفحص المجهري للكائنات الدقيقة وبقايا الأحافير. وأخيرا جاء اكتشاف عالم بدائيات النوى (البكتيريا وما إليها) سواء ككائنات حية أو كأحافير، وكل هذا قد جعل معرفتنا بالتنوع البيولوجي وتفرد الأحياء في زيادة مطردة على امتداد القرون الثلاثة الماضية.

والمجال البحثي الخاص بدراسة هذه الظاهرة هو علم التصنيف Taxonomy، ويتضمن وصف أنواع الأحياء وترتيبها في مجموعات، وقد بزغت شمس هذا العلم على يدي «أرسطو طاليس وثيوفراستس Theophrastus» منذ حوالى عام ٣٣٠ ق.م، ولكنه سرعان ما واجه نكسة طويلة استمرت حتى عصر النهضة Renaissance ، الذي شهد فيه فترة ازدهار عظيمة، من خلال أعمال «لينيوس Linnaeus» (١٧٠٧ ـ ١٧٧٨)، تلتها نكسة ثانية لم ينهض منها إلا في عام ١٨٥٩ عندما نشر «دارون» كتابه عن «أصل الأنواع» الذي كان ـ في جوهره ـ ثمرة بحث تصنيفي، ومن ثم استمر علم التصنيف يمارس دورا مهما في تكوين النظرية التطورية، واضعا بذلك حجر الأساس للمفهوم البيولوجي للنوع وما صحبه من نظريات رئيسية في مجال تحديد النوع وقضية التطور بمفهومه الواسع على نحو ما سيرد في الفقرات القادمة.

على أن دراسة التنوع الأحيائي عمل أكبر من مجرد الوصف، ولهذا فقد اقترح «سمبسون» أن يقتصر مصطلح «Taxonomy» على الجوانب التقليدية لعملية ترتيب الكائنات في مجموعات Classifying بينما يطبق مصطلح «Systematic» على «الدراسة العلمية لأصناف الكائنات وتنوعها وجميع العلاقات بينها»، ومن ثم شاع استعمال مصطلح « Systematics» ـ بمفهومه الواسع هذا ـ بين البيولوجيين متضمنا الدراسة المقارنة لكل خصائص النوع، ودور ما دونه وما فوقه من مجموعات تصنيفية في التاريخ التطوري، إضافة إلى ما سبق ذكره من تعريف الكائنات وترتيبها في مجموعات... وبهذا المفهوم يتضح أن علم التصنيف دعامة رئيسية يعتمد عليها اعتمادا كليا كثيرٌ من فروع البيولوجيا منها الجغرافيا الحيوية، والأحياء المائية، والوراثة السيتولوجية وعلم طبقات الأرض، بل وبعض جوانب البيولوجيا الجزيئية... وهكذا يتضح أن مهمة المشتغل بعلم التصنيف لا تتوقف عند مجرد وصف تنوع عالم الأحياء، بل إنها أيضا تشمل المساهمة في تطوير فهمنا لهذا العالم.

## التصنيف في علم البيولوجيا

التصنيف بمعناه العام: هو ترتيب الأشياء في مجاميع وفقا للصفات المشتركة بينها وهو ـ في حياتنا اليومية ـ وسيلتنا إلى التعامل مع الأشياء المتباينة والتعرف عليها، خصوصا اذا كثر عددها سواء أكانت أدوات أم

عقاقير أم أفكارا أو نظريات... وقد اصطُلح على أن كل مجموعة من الوحدات التي تربط بينها صفات مشتركة يطلق عليها طائفة Class (ومن هنا كانت كلمة التصنيف classification).

ولكل نظام تصنيف وظيفتان رئيسيتان: تيسير استعادة المعلومات والعمل كأساس للبحث المقارن. فالتصنيف هو مفتاح نظام تخزين المعلومات في أي ميدان، وفي مجال البيولوجيا يتألف جهاز تخزين المعلومات من: المجموعات المتحفية والمؤلفات المرجعية ممثلة في الكتب والدوريات وغيرها من الأعمال المنشورة. والحكم على نوعية أي خطة تصنيفية مبني على مدى قدرتها على تيسير تخزين المعلومات في أقسام متجانسة نسبيا، مع سرعة استعادتها عند الطلب.

وقياسا إلى قدم عمر التصنيف، كنشاط بشري، يكون من دواعي الدهشة وجود هذا القدر من الخلاف والشك حول طبيعة هذا العلم، وقياسا إلى أهمية عمليات التصنيف في كل مجالات العلم يكون من الغريب إهمال فلاسفة العلم إياه من بعد هويول Whewell (١٨٤٠)، وعلى أي حال فبإمكان من يتصدى لتصنيف الكائنات اشتقاق بعض القواعد الأساسية لهذا العمل من ممارستنا اليومية (كترتيب الكتب في المكتبة أو البضائع في الحانوت)... وهذه القواعد يمكن تلخيصها في النقاط التالية:

١ـ توضع كل مجموعة من الأشياء المتجانسة في قسم خاص (طائفة).

٢ـ غير المتجانسات يوضع كل منها في الطائفة التي يشترك مع أفرادها في أكبر عدد من الصفات.

٣ـ تُنشأ طائفة مستقلة لأي فرد يبلغ اختلافه عن الأفراد التي صُنِّفت حدا يحول دون إدراجه مع أي منها في طائفته.

٤ـ ترتب الطوائف المتقاربة في مجموعة مستقلة، والمجموعات المتقاربة في مجموعة أكبر، وهكذا في تسلسل فئوي تصاعدي، بحيث يمثل كل مستوى درجة معينة من التمايز، مع مراعاة أنه عند تطبيق هذه القواعد على تصنيف الكائنات الحية، سيحتاج الأمر إلى استعمال قواعد إضافية.

في كثير من فروع البيولوجيا ـ إن لم يكن كلها ـ لاغنى عن البحوث التصنيفية، ولهذا فإن إهمالها في السنوات الأخيرة يعد من دواعي الاندهاش. فالمنهج الرئيسي في كثير من المجالات البيولوجية هو المقارنة، التي إن لم تكن قائمة على أساس تصنيفي سليم، فإنها لن تؤدي إلى أي

استنتاجات ذات مغزى... وهذا ملموس بوضوح في مجالات التشريع المقارن وعلم وظائف الأعضاء المقارن وعلم النفس المقارن... وغيرها من الفروع التي لا قيام لها إلا على قواعد من معطيات علم التصنيف.

ومن الممكن تلخيص الدور المتعدد الجوانب الذي يؤديه التصنيف في المجال البيولوجي في أنه:

١ـ هو العلم الوحيد الذي يعطينا صورة صحيحة عن التباين العضوي على الأرض.

٢ـ يمدنا بمعظم المعلومات اللازمة لإعادة هيكلة العلاقات الحياتية.

٣ـ يجلي العديد من الظواهر التطورية المهمة والطريفة، ويجعل دراستها ممكنة للمتخصصين في الفروع البيولوجية الأخرى.

٤ـ هو المصدر الرئيسي للمعلومات المطلوبة لفروع بيولوجية كاملة (مثل الجغرافيا الحيوية وعلم طبقات الأرض).

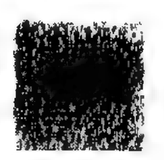
٥ـ يمدنا بالنظم ذات الأهمية الإيضاحية الكبرى في معظم مجالات البيولوجيا مثل: الكيمياء الحيوية التطورية، وعلوم المناعة، والبيئة، والوراثة، والسلوك والجيولوجيا التاريخية.

٦ـ حقق إنجازات ذات أهمية فكرية لم تكن ميسورة للبيولوجيين التجريبيين، وسعت آفاق علم البيولوجيا، وحققت بين فروعه درجة أكبر من التوازن (انظر الفصل الثامن).

إن ما يحققه المشتغل بالتصنيف من تنسيق ما يسود الطبيعة من مظاهر التباين المذهل يتم على خطوتين: الأولى هي تمييز النوع عن طريق ما يسمى «التصنيف الدقيق» Macro taxonomy»، والثانية هي تصنيف ما يتم تعريفه من أنواع في فئات متجانسة، وهذا هو ما يسمى «بالتصنيف الكبير» Micro taxonomy، ومن ثم فإن علم التصنيف ـ الذي هو جماع الخطوتين ـ قام ثمبسون (١٩٦١) بتحديد مفهومه بأنه «علم وضع الحدود بين أنواع الكائنات وترتيبها عن طريق الدراسة النظرية والممارسة العملية».

### التصنيف الدقيق: تحديد الأنواع

إن التعرف على النوع ووصفه وتحديده كلها خطوات من عملية مختلفة تماما عن غيرها من ممارسات المشتغل بالتصنيف نظرا لما يكتنفها من مشاكل. إن كلمة Species ـ بمفهومها الشائع ـ تعني ببساطة: صنفا أو ضربا



Kind، وهي كلمة مائعة يمكن أن نستعملها في تمييز الذكر من الأنثى أو الطفل من البالغ، ولكنها - عمليا - تعني النوع من الأحياء المشابه لأبويه والمتميز عن سواه من الأحياء من عمره نفسه وشقه التناسلي، ولقد كان من المعتقد أن كل نوع من الأحياء قد خلق مستقلا عن غيره، ومن ثم نشأ الاعتقاد بأن «النوع» هو «مجموع ذرية أول زوجين خلقهما الله من صنفه نفسه أو ضربه» (أي على الهيئة التي نرى أفراد هذه الذرية عليها اليوم).

وبالنسبة للعالم الطبيعي الذي يدرس الكائنات الراقية كالطيور والثدييات، فلا يوجد أدنى شك عنده في ماهية النوع بمفهومه العلمي، فهو في نظره - وببساطة - مجموعة من الأفراد المتشابهة فيما بينها والمختلفة عن غيرها من أفراد أي مجموعة أخرى... والمقصود بالاختلاف هنا هو التباين في الملامح المورفولوجية (الشكل الخارجي) . ولقد ظل هذا المفهوم سائدا - ربما عالميا - حتى الثلث الأخير من القرن التاسع عشر، وفي ظله، فإن الأفراد التي تقل الاختلافات بينها عما هو موجود بين النوعين كان «لينيوس» - بل و«دارون» أيضا يطلق عليها اسم: variety وهذا هو ما يسمى المفهوم النمطي Typological أو الجوهري Essenlialistic للنوع (وبتعبير أقل دقة: المفهوم المورفولوجي) وفي ضوئه يمكن تلخيص الصفات المميزة للنوع في أربع نقاط:

١- كل نوع يتألف من أفراد متشابهة أي مشتركة في الجوهر نفسه.

٢- كل نوع منفصل عن كل ما عداه من الأنواع بحدود مانعة.

٣- كل نوع له صفة الثبات مهما اختلف المكان أو الزمان.

٤- الاختلاف ممكن بين أفراد النوع الواحد ولكنه محدود جدا.

ولقد أطلق الفلاسفة على الأنواع المستوفاة لهذه الشروط الأربعة اسم «الأصناف الطبيعية natural Kinds».

وفي غضون القرن التاسع عشر اتضح فساد هذا المفهوم للنوع وضوحا متزايدا، ولقد كانت النقطة الثالثة هي أكثر ما تصدى له «دارون» بالتفنيد على أساس دراسات جغرافية - وخصوصا لما تناوله بالتحليل من عينات العشائر المحلية - إذ إن نتائج هذه الدراسات كانت تؤكد أن الأنواع تتألف من عشائر تختلف من مكان لآخر، بل إن أفراد العشيرة الواحدة كانت بينها اختلافات... فالأنماط أو الجواهر لا وجود لها في الطبيعة.

بالإضافة إلى هذه الاعتراضات النظرية على المنهج النمطي للتصنيف، نذكر الاعتراض العملي الصرف، وهو أن هذا المنهج كثيرا ما يكون عديم الفائدة في وضع حدود للنوع كوحدة تصنيفية، إذ إن الاختلافات المورفولوجية داخل العشيرة الواحدة (التي يتزاوج أفرادها) أو بين عشيرة وأخرى (من الصنف نفسه Kind) كثيرا ما كانت أكبر من الاختلافات بين عشائر متشابهة مورفولوجياً ولكن التزاوج لا يتم بينها. ومن هنا يفقد المعيار المورفولوجي صلاحيته لتحديد النوع... ولقد زاد الأمر تعقيدا اكتشاف أنواع ذات «أخوة في النوع sibling species»، وهي عشائر طبيعية لا يمكن التمييز بينها مورفولوجياً، ولكنها «معزولة تزاوجيا»، بمعنى أن التناسل بينها مستحيل بسبب «عوائق» فسيولوجية أو سلوكية، ومثل هذه العشائر شائعة الوجود على أعلى مستويات المجموعات التصنيفية للنباتات والحيوانات، ، وإذن فلا بد من البحث عن معايير جديدة لوضع الحدود الفاصلة بين الأنواع في مثل هذه الحالات.

ومن هنا انبثق مفهوم النوع البيولوجي Biological species concept التي يعرف النوع بأنه «مجموعة من العشائر الطبيعية القابلة للتزاوج فيما بينها والمعزولة تناسليا (جينيا) عن غيرها من المجموعات المماثلة بسبب عوائق فسيولوجية أو سلوكية». والوسيلة الوحيدة لفهم صلاحية هذا المفهوم هي محاولة الإجابة على أسئلة السببية الداروينية مثل: «لماذا توجد أنواع؟» و«لماذا لم توجد في الطبيعة منظومة متصلة من الأفراد المتشابهين والقابلين للتناسل فيما بينهم؟ والإجابة تكشفها لنا دراسة الهجن hybrids أي الأفراد من ذرية ذكر وأنثى مختلفي النوع كما في حالة البغال (الناتجة من تزاوج بين الحمير والخيل)... فالذرية في مثل هذه الحالات تكون في العادة أفرادا شبه عقيمة لا تمتد حياتها إلى أبعد من الجيل الثاني ثم تنقرض (على خلاف الذرية الناتجة من تزاوج أبوين من النوع نفسه conspecies حيث يظل إمكان التناسل باقي ما بقي من النوع ذكر وأنثى)... إذن فهناك «آلية» لمنع حدوث التناسل إلا بين الأفراد المتوافقين (أي المنتمين إلى النوع نفسه)، ويمكن تسميتها «آلية العزل التناسلي»، وهذه ميزة انتخابية للتنوع بمعناه العلمي speciation تجعله الضمان الوحيد لاستمرار تجانس التركيبة الجينية.

ولعل هذا المثال يوضح السبب في وصف المفهوم الجديد للنوع بأنه «بيولوجي»، ويمدنا بإجابات معقولة عن أسئلة السببية المذكورة في الفقرة السابقة... أما الخصائص الأخرى التي سبق إلصاقها بالنوع في ظل المفهوم القديم، فهي مجرد صفات عارضة سواء منها ما هو مورفولوجي (كالملامح المميزة) أو سلوكي (كالطبائع الغذائية) أو بيئي (كالتوزيع الجغرافي).

إن أحد الأسباب الرئيسية لما لاقته فكرة النوع البيولوجي من رواج شبه عالمي، هو إمكان الاستفادة منها في معظم مجالات البحوث البيولوجية، حيث يكون من المهم تحديد العشائر غير القابلة للتزاوج المثمر على الرغم من وجودها معا في مكان واحد، فهذه مسألة تحتل المنزلة الأولى من اهتمام المشتغلين بعلوم البيئة، والسلوك، والتوزيع الجغرافي، بل ووظائف الأعضاء والبيولوجيا الجزيئية، لأنها وسيلتهم الحاسمة إلى تحديد النوع (فهي خير من صفات الشكل وغيرها من المعايير النمطية).

وعلى الرغم من سهولة تطبيق التعريف البيولوجي للنوع على النحو المذكور، لا يخلو سبيل الاستفادة منه من صعوبات، على أن ذلك يكاد يكون محصورا في حالتين: الأولى حالة الكائنات التي تتكاثر عذريا. ولما كان التزاوج الناجح هو المعيار المعول عليه لتعريف النوع بيولوجيا، لذا فإن الطريقة البيولوجية تفقد مقومات نجاحها في هذه الحالة، التي يتعذر فيها أيضا تحديد النوع نمطيا، حيث إن الطرق المقترحة لمعرفة درجات التمايز المورفولوجي بين الأفراد (وبخاصة المستنسخات clones) لم تُخْتبر بعد بالدقة الواجبة، مع العلم بأن مثل هذه الأنواع مرتبة فئويا في النظام الذي وضعه «لينيوس».

والحالة الثانية لصعوبة تطبيق الطريقة البيولوجية، هي ندرة وجود عشائر النوع الواحد في منطقة محددة جغرافيا، فمثل هذه العشائر تكون في العادة واسعة التوزيع، ولو وجدت بينها فروق مرئية فإنها تعرف عادة على أنها نويعات subspecies، والنويعات كثيرا ما تكون حلقة في سلسلة متصلة من العشائر يتم بينها التزاوج المثمر (أي تبادل الجينات) بلا حدود، وكنتيجة لذلك، فهي عرضة للتشعب المورفولوجي بعد عدة أجيال حتى تأخذ الوضع الكامل للنوع متضمنا نشوء آليات العزل التناسلي التي سبق ذكرها... وللعلم فإن النوع الذي يضم عددا من النويعات يسمى نوعا متعدد الأنماط Polytypic species ، أما الذي لا يقبل التقسيم الى نوعيات فيوصف بأنه «وحيد النمط monotypic».

قد يحدث أن تتفرق عشائر نوع معين بحيث ينعزل بعضها عن البعض الآخر جغرافيا انعزالا تاما، وعندئذ يثور سؤال: أما زالت هذه العشائر المنعزلة منتمية إلى النوع الأصلي؟ وما المعايير التي يمكن استخدامها أساسا لتحديد أي هذه العشائر تعتبر نوعا أصيلا بكل المقاييس full species وأيها تعتبر نويعات يمكن ضمها معا في نوع واحد متعدد الأنماط؟ إن الحسم في هذه المسألة لا يتم إلا بالاستدلال الذي تلعب فيه الفروق المورفولوجية دورا رئيسيا.

ولقد اختلف موقف أعلام البيولوجيين من فكرة النوع البيولوجي. ففي الوقت الذي أدرك «بفن» جوهرها بشكل قاطع، كان «دارون» يحوم حولها في كتاباته التي عرف فيها النوعية بأنها «نزعة غريزية للبقاء بمعزل»، وأشار إلى أن بين الأنواع المختلفة «مقتا متبادلا ينفرها من التزاوج» بل إنه قال بالتحديد: «إن الاختلاف في أي خصيصة مورفولوجية بين الأنواع الحقيقية قد يكون ضئيلا»، ومعنى كلامه هذا هو أن الوضع التصنيفي للنوع ضعيف الصلة بدرجة الاختلاف المورفولوجي (إن كانت هناك صلة بينهما أصلا)... ومن الغريب أن «دارون» في كتاباته المتأخرة قد تخلى تماما عن الفكرة البيولوجية، وارتد إلى فكرة تتصف بالنمطية إلى حد بعيد.

وفي النصف الثاني من القرن التاسع عشر والثلث الأول من العشرين، تزايد اعتماد البيولوجيين وهواة الطبيعة Naturalists على الخصائص البيولوجية كمعيار لتحديد النوع تصنيفيا، ولقد روج لهذه الفكرة كتاب أعلام مثل «بولتن Poulton» و«جوردان K.jurdan» و«ستريزمان Stresemana» على الرغم من عدم تقديم أي واحد منهم تعريفا رسميا محددا لهذه الخصائص وعلى أي حال فإن هذه الفكرة لم تكتسب صفة العمومية إلا في عام ١٩٤٠، عندما اقترح مؤلف هذا الكتاب صيغة هذا التعريف. ثم عندما نشر بعد ذلك بعامين كتابه المعنون «علم التصنيف وأصل الأنواع» الذي قدم فيه الكثير من الأدلة التي تساند الفكرة البيولوجية لتحديد النوع.

على أن هناك عاملا آخر ساعد أكثر من أي شيء آخر على الاعتراف بالنظرية البيولوجية للنوع، ألا وهو تهافت النظريات المناهضة لها ومن بينها: النظرية التسموية Nominalist concept، التطورية Evolutionary والفيلوجينية Phylogenetic والتعرُّفية Recognition. وعلى الرغم من أنه مازال لكل واحدة من هذه النظريات أنصار حتى اليوم، إلا أنها جميعا لا تتمتع بأي قدر من الواقعية أو الصلاحية للتطبيق العملي، التي تتوافر في النظرية البيولوجية.

## مفهوم الأنواع المتنافسة

وأولى هذه النظريات هي النظرية التسموية Nominalist Concept، وطبقا لها لا يوجد في الطبيعة سوى أفراد... أما الأنواع فهي فكرة بشرية ابتدعها شخص ما، إذ قام بتجميع عدد من الأفراد تحت اسم من ابتكاره، وهذا ارتجال ليس له ما يؤيده من الواقع الذي لا يتيحه لنا إلا استكشاف العالم فعليا وعلى الطبيعة، ومثالنا على ذلك، أن الذي يتجول في الغابات البريطانية ويتأمل ما فيها من مختلف أنواع الطيور النادرة، يعلم أن لا مجال للارتجال في وضع الحدود بين الأنواع التي هي من صنع الطبيعة... وهذه الحقيقة يؤيدها أن الإنسان البدائي الذي مازال يستوطن جبال غينيا الجديدة منذ العصر الحجري، لا يقل عن الباحث الطبيعي الغربي المعاصر مهارة في تمييز الأنواع وتسميتها بأسمائها. ومن هنا فإن اعتناق النظرية التسموية، إنما هو قرين جهل فاضح بالكائنات الحية والسلوك البشري.

وننتقل إلى النظرية التطورية فنلاحظ أن معظم مقترحيها من علماء الأحافير Paleontologists الذين ينظرون إلى الكائنات من زاوية البعد الزمني. وفي عام ١٩٦١ حدد «سمبسون Simpson» النوع التطوري بأنه خط من عشائر قديمة تكونت له خصائص مميزة مع نزعة إلى التطور، والمشكلة الرئيسية لهذا التعريف أنه ينطبق بدرجة متساوية على أي عشيرة معزولة، كما أنه يخلط بين العشيرة population والخط التطوري Lineage، ولا يفسر لنا عدم إمكان التعامل بين ما أسماه بالامتدادات العشائرية، وأخيرا هو يخفق في تحقيق هدفه (وهو وضع الحدود على البعد الزمني بين المجموعات التصنيفية التي يمكن اعتبار كل منها نوعا قائما بذاته)، ولعل سبب ذلك هو تجاهله لب قضية تحديد النوع، وهي الفواصل التطورية بين الأنواع الحية (لانشغال واضعيه بالأحافير وحدها)... إذن فهذه النظرية ليست سوى محاولة لوضع الحدود التصنيفية بين الأحافير... ولكنها مع ذلك قد أخفقت حتى في هذه المحاولة.

ومن الحقائق التي تجاهلها أصحاب النظرية التطورية، أن نشأة أي نوع جديد تتم بإحدى عمليتين: الأولى هي التغير التدريجي في أفراد إحدى العشائر، بحيث تتحول إلى نوع جديد من دون زيادة في عدد الأنواع الموجودة. والثانية هي الانعزال الجغرافي لأقسام العشيرة (على النحو الذي رآه «دارون»

في جزر «جالاباجوس»، بحيث ينشأ من كل قسم نويع Subspecies قابل لأن يتحول إلى نوع مكتمل الكيان، وهذه العملية تؤدي إلى تضاعف عدد الأنواع. ومعظم المتاعب التي يلاقيها المشتغل بالتصنيف مصدرها العملية الثانية بما تنطوي عليه من زيادة عدد الأنواع على المستوى الأفقي (المكاني) على عكس العملية الأولى التي مضمونها مجرد تحول يتم على المستوى الرأسي (الزمني) من دون زيادة في عدد الأنواع... وفي حديثنا العادي يكون ما نعنيه بنشأة الأنواع هو الظاهرة الأولى التي هي بؤرة اهتمام النظرية البيولوجية، ومن ثم فإنها أنسب من النظرية التطورية التي تتجاهل هذه النقطة تماما.

أما النظرية الفيلوجينية فهي تفترض أن نوعا جديدا ينشأ عندما تتولد في العشيرة «توليفة تركيبية جديدة Apomorphy» حتى لو لم تتجاوز مجرد طفرة في جين وحيد، على النحو الذي شاهده «روزن Rosen» بين سلالات الأسماك في مختلف أنهار أمريكا الوسطى (من ثم اقترح «الارتقاء» بهذه السلالات المحلية إلى مرتبة الأنواع المستقلة)، ولقد علق أحد نقاد هذه النظرية عليها بأن كثرة حدوث الطفرات الجينية الطبيعية مؤداها أن كل فرد عرضة لأن يختلف عن والديه في جين واحد على الأقل، فكيف ومتى يمكن الحكم على درجة التغير الجيني في عشيرة ما بأنها وصلت إلى الحد الذي يؤهلها ظهوره لأن «تستقل» وتعتبر نوعا جديدا؟ وسوف نناقش هذه القضية بمزيد من التفصيل في الفقرات القادمة.

وأخيرا لا تبقى إلا نظرية «التعرف على النوع «Recognition Species Concept التي لا تخرج عن كونها صيغة مختلفة للنظرية البيولوجية كما فهمها «بيترسون H.Peterson» وما أظنه إلا قد أساء فهمها.

## المراتب التصنيفية للنوع في ضوء نظريات التعريف

في معظم المراجع العلمية ترد كلمة Species مقرونة بأحد ثلاثة مصطلحات شديدة الاختلاف من حيث المدلول هي «مفهوم النوع Sp. Concept» و«فئة النوع Sp. Category» و«المجموعة التصنيفية للنوع Sp. Taxon» ونتيجة لعدم تحري بعض الكتاب الدقة في التعبير عن هذه المدلولات الثلاثة، فقد اختلطت في أذهان القراء اختلاطا لا حدود له. وسنحاول إزالة هذا اللبس بتقديم تعريف محدد لكل مصطلح.

فمصطلح Sp. Concept يدل على المعنى البيولوجي لكلمة «نوع Species» ومصطلح Sp.Category يدل على مرتبة النوع في الهيكل التصنيفي الذي وضعه «لينيوس»، حيث تستعمل كلمة Category أيضا لتحديد مرتبة ما فوق النوع من مجموعات تصنيفية (كالجنس Genus فالرتبة Order وهلم جرا) ... أما مصطلح Sp. Taxon فيدل على العشيرة Population (أو مجموعة العشائر) التي تتوافر فيها خصائص النوع بمفهومه العلمي.

في عصر «لينيوس» كانت أهمية تعريف النوع مقتصرة على المشتغل بالتصنيف، ولكن هذا الوضع لم يدم طويلا. وفي أيامنا هذه يعرف البيولوجيون التطوريون أن «النوع» هو نقطة التحول على طريق التطور، وأن نشأة الأنواع الجديدة إنما هي تجارب بيولوجية تجريها الطبيعة، لا يعرف أحد متى تتوقف، ومهما تكلم التطوريون عن التكيف والتخصص وغيرهما، فلا ينبغي أن تفهم هذه الظواهر العريضة التطورية التي تتم عبر الأجيال، فإن ظاهرة الانعزال التناسلي التي سبقت الإشارة إليها ستبقى حائلا دون الانتشار الأفقي للصفات الارتقائية (أي سريانها عبر الأنواع المختلفة)، ومن ثم ستظل محصورة في دائرة النوع.

ولعلم التصنيف أيضا أهميته في مجال الدراسات البيئية، حيث يكون النوع (بمعناه البيولوجي) هو الوحدة الأحيائية في أي منظومة بيئية Ecosystem، تلك التي لا يمكن فهمها بالكامل إلا بتعريف أنواع الكائنات المتعايشة فيها، وتحليل العلاقات المتبادلة بينها كأنواع (مثل التطفل والافتراس وتبادل المنافع)، إضافة إلى العلاقات المعروفة بين أفراد كل نوع نباتي أو حيواني.

وفي حالة الحيوانات تزداد الأهمية البيئية لعلم التصنيف بوجود نوع إضافي من العلاقات له طابع سلوكي، يشمل كل طرق التواصل بين الأفراد، وهو يتم بتبادل الإشارات المرئية والمسموعة والمشمومة (الفيرومونات Pheromones)، وبذلك يتم التعارف والتخاطب (والغزل بين الذكر والأنثى)، وتزداد أهمية التواصل بالنسبة للأنواع التي تعيش في جماعات منظمة Communities.

ولا تقتصر أهمية تحديد نوع الكائن الحي على مجرد التعرّف إليه، بل تتجاوز ذلك إلى تحديد مَرْتَبَتِه في الهيكل الطبقي Hierarchy للمنظومة الأحيائية Biological system التي ينتمي إليها، ولهذا أهميته في فهم الأواصر التي تربط الأخلاف بالأسلاف Phylogeny، ومتابعة مسيرة تطور الحياة والأحياء، وفهم الكثير من الظواهر الحياتية المهمة التي يُتخذ بعضها اليوم أساسا للتصنيف.

لكل هذه الأسباب فإن دراسة الكائنات المتعضِّية (بركنيها: التشخيص والتصنيف) تمثل مجالا مهما في علم البيولوجيا الحديث، بل إنها بالفعل علم قائم بذاته، وإنْ لم يُطلَق عليها بعد اسم مميز على غرار ما حدث مع قطاعات بيولوجية أخرى مثل السيتولوجيا (دراسة الخلية)، وكثير غيرها من الأسماء المنتهية بالمقطع «logy» (بمعنى: علم).

**التصنيف الكبير Macro - taxonomy: تصنيف الأنوع**

هو الشق الثاني من التصنيف ويختص بوضع ما عُرِّف من أنواع الكائنات في مجموعات متدَرِّجة المستوى تصاعديا على الهيكل الطبقي التصنيفي المشار إليه في الفقرة السابقة، وهذه العملية المسماة classification تتم وفقا لما بين أفراد كل واحدة من هذه المجموعات من تشابه من ناحية، وما بينها وبين غيرها من اختلاف من ناحية أخرى، ولحُسن الحظ إن معظم أنواع الكائنات متمايزة طبيعيا مما يسهل هذه العملية، وهذا واضح في عالم الفقاريات (كالطيور والثدييات) وفي عالم الحشرات (كالخنافس والفراشات) وفي علم النباتات إلا فيما ندر (حيث توجد «أنواع بَيْنِية Inter mediate») يصعب إلحاقها بمجموعة تصنيفية مطابقة تماما لخصائصها كما سيرد ذكره بعد قليل.

وعلى امتداد تاريخ علم التصنيف اقُترِحتْ عدة أسسس وطرائق مختلفة لتقسيم الكائنات، كان اختلافها مرتبطا باختلاف الأهداف، وربما كان هذا هو السبب في عدم إجماع المشتغلين بالتصنيف ـ حتى اليوم ـ على طريقة محددة وموحدة.

**التصنيف التنازلي Downward Classification**

وهو عملية تعريف النوع المجهول بمقارنة خصائصه بخصائص ما ينتمي إليه من مجموعات تصنيفية، بدءا بأكبرها ونزولا إلى الأصغر فالأصغر، وقد كانت هذه هي الطريقة الشائعة في عصر النهضة وما بعده، وعلى الرغم من أهمية التعريف الصحيح للنوع (وبخاصة النباتي آنذاك نظرا للتوسع في استعمال النباتات للأغراض العلاجية)... إلا أن معلومات الناس عن النوع (بمعناه العلمي) كانت بدائية.

والتصنيف التنازلي ـ بهذا الوصف ـ كان يسير على طريقة التقسيم المنطقي Logical Division التي ابتدعها «أرسطو طاليس»، والتي تعتمد على التشعب الثنائي Dichotomy. وطبقا لها لو أردنا تعريف نوع أحد حيوانات المزرعة لبدأنا بفحص جلده، فإن كان مغطى بالشعر فهو من الثدييات... وإذا كان مغطى بالريش فهو من الطيور، وبعد استبعاد الحالة المخالفة يستمر التقسيم على طريقة التشعيب الثنائي حتى نصل إلى أدنى مستوى (وهو الذي ليس بعده تشعيب)، وهنا تصل محاولة التعريف أقصى مداها.

ولقد ظلت أسس التصنيف التنازلي سائدة حتى نهاية القرن الـ ١٨، حيث اتخذت صورة مفاتيح التقسيم classification keys التي اقترحها لينيوس وما زالت هذه المفاتيح تستخدم في أيامنا كمرشد للقائمين بجمع العينات ومراجعة مجموعات المتاحف، ولكن استعمالها لم يعد يسمى تقسيما classification، وإنما أُطلق عليه اسم يعبر بصدق عن طبيعته هو: التعريف Identification.

على أن خطط التعريف تشوبها بعض نقاط الضعف التي تَحول دون الانتفاع بها كنظم تصنيفية، وأولها اعتمادها الكامل في التمييز على صفات فردية يختارها المصنف، فتنحصر في إطارها المجموعات التصنيفية التي يمكن أن يصل إليها بطريقة التشعيب الثنائي، الذي يقوده أحيانا إلى مجموعة غير صحيحة. ومثل هذا الأسلوب يكاد يكون غير قابل للتقويم... صحيح أن جهودا قد بُذلت قرب نهاية القرن الـ ١٨ لوضع نظم مبنية على ما يشاهده عامة الناس من أوجه الشبه والعلاقات بين الكائنات، لإحلال أحدها محل خطة «لينيوس» (المصطنعة إلى حد كبير)، إلا أن المعايير المتخذة أساسا في النظم المقترحة، لم تكن محددة بدرجة كافية.

### التصنيف التصاعدي Upward classification

وهو ـ كما سبقت الإشارة ـ شبيه بما نمارسه في حياتنا اليومية من ترتيب الأشياء (كالكتب ونحوها) في مجموعات على أساس ما بينها من تشابه في صفة محددة. وتطبيقا لذلك في عالم الأحياء تُرتَّب الأنواع في مجموعات صُغرى تتألف كل منها من الأنواع المتماثلة الصفات فيما بينها والمختلفة عما عداها، ثم تُضم المجموعات المتقاربة الصفات في مجموعة أكبر، وعلى الأساس نفسه تُؤلَّف من كل عدد من المجموعات الجديدة مجموعة كُبرى،



وهكذا في تسلسل تصاعدي إلى أن يكتمل الهيكل الفئوي Hierarchy... ولقد نشأ هذا النظام منذ حوالى عام ١٧٧٠، ثم تبناه «لينيوس» وغيره من التصنيفيين مثل «أَدنسنُ Adanson» بوصفه النظام الأوفق لدراسة ظاهرة التباين في أنواع النباتات والحيوانات.

غير أن أنصار التصنيف التصاعدي لم ينجحوا في سد ما به من ثغرات النظام القديم للتصنيف، وأولها التركيز على المميزات الفردية. كما أنهم لم يقدموا نظرية عامة لتقنين ما بين المجموعات التصنيفية المتوازية من تشابه وما بين المجموعات المتوالية من اختلاف، ويبدو أن كل تصنيفي كان له منهاجه الخاص به.

ولقد كانت السنوات ما بين ١٧٧٠ حتى ١٨٥٩ فترة تحول تخَلّى فيها التصنيفيون عن منهاج التصنيف التنازلي، ولم يستقر منهاج التصنيف التصاعدي على قواعد راسخة، بل تَولَّدت عنه مناهج فرعية يُصنَّف وفقا لخصائص مبتدعة، كتصنيف فطْر «عيش الغراب» على أساس صلاحيته كطعام أو سميته. وبتتبع تاريخ هذا المنهج نجد أنه يرجع إلى عصر «ثيوفراستوس» الذي كان يقسم النباتات وفقا لدرجة نموها (تنازليا) إلى أشجار فشجيرات وأعشاب وحشائش... وما زال هذا المنهاج متبعا في عصرنا الحديث، متمثلا في تصنيف هوائم البحيرات Planktons وفقا لنوع غذائها وطريقة حصولها عليه... وكل هذه النُظم التصنيفية فقيرة في محتواها المعلوماتي ومن هنا فهي أدنى مرتبة من النظام الدارويني للتصنيف.

**التصنيف التطوري أو الـ«داروني»**

في الفصل الثالث عشر من كتابه «أصل الأنواع» وضع دارون حدا لكل هذه الشبهات التصنيفية بتوضيحه أن التصنيف الصحيح للكائنات المتعضية يجب أن يتم بناء على محصلة عاملين هما: درجة التشابه (ومنشؤها الأصل المشترك)(*)، ودرجة التباين (ومنشؤها التطور)... وهذا هو ما يسمى بالنظام التصنيفي التطوري أو الداروني.

لم يكد «دارون» ينتهي من وضع نظرية الأصل المشترك حتى تبيّن أن الذرية المتحدرة من أقرب سلف مشترَك تؤلف وحدة تصنيفية طبيعية Natural taxon (أي مجموعة يشترك أفرادها في صفات تميزها عن غيرها)

---

(*) مجال دراسة المشاركة في الأصول يسمى Genealogy (المترجم).

ولهذا يمكن وصفها بأنها «أحادية النسب Mono-phyletic»، وكل نظام تصنيفي قائم على هذا الأساس يوصف علميا بأنه ترتيب جينيالوجي Genealogical Ordering.

ولكن «دارون» كان يرى بوضوح أن تصنيف الكائنات المتعضية على هذا الأساس وحده إنما هو تصنيف خصوصي الغرض لأن معياره الجديد ـ وهو وحدة الأصل ـ ليس بديلا عن القديم (درجة التشابه)، وإنما يُعتبر تحديدا لنوع التشابه الصالح كدليل على أواصر القُربى، فالتشابه على إطلاقه معيار لا يمكن إهماله لأن الفروع المتباعدة على شجرة الأصول كانت عرضة لدرجات مختلفة من التحوّر أدّت إلى ظهور ما يتحتم وضعه في مستويات تصنيفية مختلفة أعلى من النوع، هي (بالترتب التصاعدي): الجنس Genus، فالفصيلة Family فالرتبة Order وهكذا (دارون ـ ١٨٥٩)... وبتعبير آخر فإن درجة الاختلاف التي تنشأ في أثناء التطور لا بد من أخذها في الاعتبار عند تحديد المجموعات التصنيفية ووضعها في مراتبها على الهيكل الفئوي، وهذا هو جوهر التصنيف الحقيقي في رأي «دارون».

ولكي نفهم أهمية «التشابه» في النظام التصنيفي الداروني علينا أولا إدراك كنه ظاهرة التناظر Homology، وهي العلاقة التي تربط النوع بما فوقه من مجموعات تصنيفية، علما بأن الاشتراك بين اثنين أو أكثر من المجموعات التصنيفية في مَلْمَح معين لا يعتبر تناظرا إلا إذا كانت جذوره في كل المجموعات ممتدة من أصل واحد. (بمعنى أنه مشتق من مَلْمح مماثل في أقرب سلَف مشترك)، وهناك أكثر من طريقة للاستدلال على التناظر. لعل في مقدمتها: الدراسة المقارنة للصفة المستهدفة في المجموعات التصنيفية المتقاربة والوحيدة الآصرة، وتشابه المنشأ في المرحلة الجنينية، ووجود صفات بينية في أحافير الأسلاف.

غير أن التناظر ليس هو المصدر الوحيد لجميع أوجه التشابه بين الكائنات المتعضية، إذ إن تغير الصفات على مسيرة التطور يتم بطريقتين (أو أكثر) تبدو كل منهما كما لو كانت تناظرا، وإحدى هاتين الطريقتين هي وجود الصفة نفسها في نوعين غير مرتبطين من حيث المنشأ، أي أن كلا منهما اكتسب الصفة ذاتها مستقلا عن الآخر. ومثال ذلك وجود الأجنحة في الطيور وفي الخفافيش (وهما ينتميان تصنيفيا إلى مجموعتين غير

متناظرتين)، ومن ثم لا يجوز وصف هذه الظاهرة بالتناظر... على أن مثل هذه الحالات من التناظر «المزيف» يمكن التعرف عليها بالتحليل الجينيالوجي (تتبع وجود هذه الصفة في الأسلاف)، فإذا لم يكن لها وجود في أصل مشترك فُصل بين النوعين وألحِق كل منهما بالمجموعة التصنيفية التي تناسبه أكثر من الآخر.

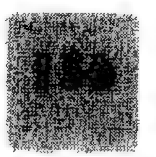
ويرجع اتخاذ «دارون» درجة التشابه معيارا تصنيفيا إلى سببين: أولهما تطوري وهو أن ارتباط تفرع(*) خطوط المنشأ في شجرة التطور مع التشعب(**) ليس ارتباطا مطلقا، ومن ثم تنشأ فروق مختلفة الدرجات بين الأنماط الجينية للأنواع الناتجة في الحالتين، والسبب الثاني بيئي مرتبط بانتشار عشائر النوع الواحد، بل ربما أقسام مجموعة تصنيفية أعلى من النوع في مناطق جغرافية مختلفة الظروف. ومن أمثلة ذلك، انبثاق فرع من خط الزواحف المائية نشأت منه أسلاف الديناصورات التي انبثق من خطها التطوري فرع الديناصورات البرية التي نشأت عن تعرضها للظروف البيئية الجديدة تغيرات جوهرية في نمطها المظهري phenotype، لم يحدث لها مثيل في أسلافها التي بقيت في البيئة القديمة... وهذا العامل البيئي بما ينتج عنه من تغيرات، هو أحد المعالم المميزة للمنهج الداروني في التصنيف.

ولقد بقي النظام الداروني هو المتبع عالميا حتى عام ١٩٦٥، بل وما زال شائع الاستعمال في أيامنا هذه، حيث تبدأ عملية التصنيف بتحديد الأنواع المتقاربة ووضعها في مجموعة واحدة وفقا لدرجة التشابه بينها كخطوة أولى تليها الخطوة الثانية، وهي تقصي وحدة الأصل ثم ترتيبها جينيالوجيا وفقا لذلك. وبهذه الطريقة المزدوجة المعايير تستوفى أركان المنهج الداروني لتصنيف الكائنات.

من الصعوبات التي يقابلها المصنِّف: تعدد وجود اختلاف الصفة الواحدة للنوع الواحد باختلاف أطوار حياته، ويتجلى ذلك كأوضح ما يكون في الحشرات ذوات التحول التام، وأفضل مثل لذلك هو تجربة «مِيشْنَرْ Michener

(*) Branching انبثاق خط تطوري ثانوي من خط رئيسي.

(**) Divergence : انقسام الخط التطوري (أو أحد فروعه) إلى شعبتين مستقلتين ومتناظرتين (المترجم).



(١٩٧٧)» مع تصنيف مجموعة من النحل متعددة الأنواع، إذ حصل على أربعة هياكل تصنيفية مختلفة (بعدد الخصائص التي بنى عليها عملية التقسيم وهي: أشكال اليرقات، والعذارى، والشكل الخارجي للحشرات البالغة، وأخيرا أعضاء الذكورة)، وهذه ليست حالة خاصة، فالقاعدة التي يندر الاستثناء منها هي أنه كلما استخدم المصنف مجموعة جديدة من الخصائص قادهُ ذلك إلى مَنْحًى جديد في رسم الحدود بين المجموعات التصنيفية أو إلى تغيير المرْتَبة... بل إن خصائص الطور الواحد من دورة الحياة عرضة للتغير بدرجات غير متساوية في أثناء التطور.

وكمثل آخر لمشاكل التصنيف نذكر أن الخلافات في الخصائص الجزيئية بين أنواع جنس واحد من ذباب الفاكهة وهو Drosophila ـ أكبر من الخلافات بين النوع البشري (وهو ينتمي إلى جنس Homo) وبين بعض أنواع الشمبانزي (المنتمية إلى جنس آخر هو Pan)... ومع ذلك فكلنا يعرف أن بني البشر يختلفون اختلافا هائلا عن أقرب أنواع القردة العليا إليهم في خصائص رئيسية في مقدمتها درجة رُقي المخ (الدماغ) مما أهل الإنسان لاحتلال مرتبة أعلى بكثير من أرقى أنواع القردة. ومثل هذه الاختلافات التطورية تكاد تشمل كل جهاز بل كل عضو، وربما كل مجموعة جزيئات، وإن اختلفت معدلاتها في غضون عملية التطور من نوع إلى آخر. فمثلا تتم بعض تغيرات الـ «دَنَاً» في الفئران بسرعة تعادل خمسة أضعاف سرعة حدوثها في رتبة الرئيسيات التي ينتمي إليها الإنسان ـ وهذه الاختلافات توجب على المصنف توخي الحذر في اختيار الخصائص التي سيتخذها أساسا للتصنيف.

يتميز هيكل التصنيف التقليدي الذي وضعه «لينيوس» إلى مراتب تصاعدية هي: النوع Species فالجنس Genus، فالفصيلة Family، فالرتبة Order فالطائفة Class وكلما احتلت مجموعة الكائنات مرتبة أدنى زادت أوجه التشابه بين أفرادها وكان سلفها المشترك أحدث، والعكس هو ما يحدث كلما ارتقت هذه المرتبة، حتى نصل إلى درجة يصعب فيها وضع الحدود الفاصلة بين المجموعات التصنيفية، مما يُلجئ بعض التصنيفيين إلى إحلال بعض الأجناس ذات الوضع الحائر في مرتبة بينية قد يسميها البعض: «قبيلة Tribe»، وقد يسميها البعض الآخر: تحت الفصيلة Subfamily.

كان ظهور معظم نظم التصنيف المتبعة حاليا متزامنا مع ازدهار علم التشريح المقارن في أعقاب عصر «دارون، إذ كان التصنيفيون ـ وهم يبحثون عن سلف أي نوع من الأحياء ـ يتصورونه ممثلا لوحدة تصنيفية متكاملة، وإذن فأقرب سلف مشترك للطيور هو الديناصورات (أو ما في مستواها التطوري من مجموعات الزواحف)، ومن هذا المنطلق فإن كل الوحدات (أو المجموعات) التصنيفية في المصنفات التقليدية (متى صح التوصل إليها) كانت وحيدة الآصرة Monophyletic بالمعنى العلمي للمصطلح. ومن وجهة نظر «دارون» تعتبر المجموعة التصنيفية وحيدة الآصرة لو كان أقرب سلف مشترك لكل أنواعها وحدة تصنيفية متكاملة، بشرط ألا يكون بين أنواع هذه الوحدة السلفية ما هو أرقى على سلم التطور من أي نوع من أنواع المجموعة موضوع البحث، وما زال هذا المفهوم سائدا بين التصنيفيين الداروِنيين حتى اليوم.

من السمات المميزة للهيكل التصنيفي الذي وضعه «لينيوس» كثرة الثغرات التطورية أو الحلقات المفقودة بين مراتب الكائنات المتعَضِّية، ولسد هذه الثغرات نحتاج إلى اصطناع عدد من المجموعات التصنيفية البينية لتحقيق استمرارية خط التطور، وهذه المشكلة المحيرة قد حفزت عددا من «غير الداروِنيين» إلى ابتداع ما يسمى «نظريات القفزات التطورية» لتفسير ظاهرة التنوع الأحيائي، وعلى أي حال فقد اقتربنا كثيرا من فهم هذه الظاهرة بفضل البحوث الجارية في مجال التطور.

إن معظم ما يستجد من أنماط الكائنات المتعضية لا ينشأ عن طريق التحوّل التدريجي في أحد المسارات التطورية، أي بالاشتقاق من نمط موجود بالفعل... ولكن الأرجح هو أن تؤدي بعض التغيرات المفاجئة في الظروف البيئية إلى حدوث طفرة ينتج عنها نمط غير مسبوق يمكن تسميته بالنوع المؤسس Founder Species، فإذا تمكن هذا النوع من التكيف بالقدر الذي يحقق له الملاءمة المثلى للظروف البيئية بحيث يستقر فترة كافية لحدوث الانتخاب الطبيعي، نشأ خط تطوري جديد تنبثق منه أنواع جديدة يزداد عددها بتكرار التكيف والانتخاب عبر أجيال عديدة، وتكون الأنواع الجديدة محققة لظاهرة التباين دون إعادة بناء النمط الأصلي الذي كان عليه «النوع المؤسس»، وهذه الطريقة من التنوع تتمثل بوضوح في ما يزيد على خمسة آلاف نوع من الطيور المغردة وفي ما يزيد على ألفي نوع من ذبابة الفاكهة.

إذن فتزايد التباين الأحيائي باستمرار نشوء أنواع جديدة على امتداد الزمن التطوري ناتج من عمليتين هما: التطور والانتخاب، غير أن الترابط ضعيف بين هاتين العمليتين، فكثيرا ما تتم إحداهما، دون الأخرى، وكثيرا ما لا تنجح الأنواع الجديدة في التكيف فتنقرض، وهذا هو منشأ الفجوات التي أشرنا إليها في الهيكل التصنيفي الذي وضعه «لينيوس»، حيث توجد فجوات بين المجموعات التصنيفية، التي كلما ارتقت زادت الفروق بينها في الحجم (أي في عدد الأقسام المنتمية إليها نزولا إلى النويعات فالسلالات)... غير أن النظام الداروني في التصنيف (الذي وضع كلتا الظاهرتين في الاعتبار) ملائم تماما لتقسيم المجموعات التصنيفية الراقية (ذات الحجم الكبير)، وللإجابة عن التساؤلات الناجمة عن وجود تلك الفجوات بين الأسلاف والأخلاف المتحدرة منها.

غير أن المصنف الداروني يواجه المشاكل عندما ينساق وراء ما يسمى بـ «التقسيم الأفقي Horizontal Classification»، محاولا أن يجعله يستوعب الأنواع المنقرضة، فمن المسلم به أن الأنواع الحديثة تحتل نقاط الانتهاء لفروع لا حصر لها من شجرة التطور... ولكي يكون تصنيف الكائنات المتعضية كاملا يتحتم أن يتضمن مجموعات الأنواع التي انقرضت، والتي لا تنحصر العلاقة التصنيفية فيما بينها بل تمتد إلى الأنواع التي كتب لها البقاء، والتي تحدر بعضها من سلف مشترك بينها، وبين بعض الأنواع المنقرضة. والواقع أن تصنيف الأنواع المنقرضة (عن طريق فحص ما تبقى من أحافيرها) يثير مشاكل عديدة لم يُتَوصل إلى اتفاق بشأنها بعد، فمثلا: كيف يتصرف التصنيفي مع حفائر كائنات تحتل مرتبة وسطى بين مجموعتين من الأنواع التي ما زالت باقية؟ إن السجل الحفائري ناقص نقصا ذريعا يجعله غير صالح للاستدلال على أصول الأنواع التي يمكن أن تتآلف منها مجاميع تصنيفية جديدة.

وعودا على بدء نذكر أن المنهج الداروني في التصنيف يعتمد على الربط بين تشابه الأنواع بعضها ببعض ومدى الأواصر التطورية بينها، ولم يواجه هذا المنهج تحديا من أي نوع حتى أواسط القرن العشرين (أي لمدة قرن كامل تقريبا). والحقيقة أن كثيرا من التصنيفيين خلال تلك الفترة لم يقوموا بتمحيص المعيارين اللذين قام عليهما منهاج «دارون» بالوعي الكافي، ومن ثم

لم تظهر في الأفق أي مناهج جديدة ـ بمعنى الكلمة ـ حتى عام ١٩٦٠ لأن كل منهاج مقترح كان يعتمد على واحد فقط من المعيارين الداروينيين المذكورين اللذين سنحاول توضيحهما في الفقرات القادمة.

### الدراسة العَدّية للملامح Numerical Phenetics

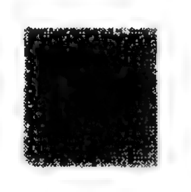
وهدفها تحاشي الأحكام التقديرية والجزافية، وذلك بتحديد وإحصاء الصفات المشتركة بين الأنواع عند تصنيفها في مجموعات، والذين يتبعون هذا المنهج في التصنيف يعتقدون أن الأنواع المتحدرة من سلف واحد تشترك في العديد من الصفات المميزة بالقدر الذي يجعلها تشكل مجموعات تصنيفية محددة تلقائيا.

ومن الاعتراضات الموجهة إلى هذه الطريقة أن الصفات المطلوب حصرها وتحليلها كثيرة جدا (وقد تتجاوز الخمسين إلى مائة) مما يشكل عبئا ثقيلا على المصنف فضلا عن احتمال عدم التمييز بين هذه الصفات من حيث الأهمية التصنيفية، واختلاف الهياكل التصنيفية التي تقودنا إليها المفاضلة بين هذه الصفات لاختيار ما يتخذ أساسا للتصنيف، يضاف إلى ذلك مآخذ أخرى مثل: إغفالها المعايير التطورية وعدم قابليتها للتحسين التدريجي.

وما دامت الصفات الخارجية وحدها هي التي تكون في متناول المصنِّف وفقا لهذه الطريقة العدية فإنها ـ ببساطة ـ لا تفي بالغرض، وقد اتضح هذا العيب بدرجة أكبر بعد أن تعرفنا على العديد من الصفات الجينية (الراجعة إلى الاختلاف في ترتيب جزيئات الحمض النووي «دنا»)، وتيسرت عمليات التهجين عن طريق الهندسة الوراثية، وبهذه التطورات التقنية تغير الوضع تماما، وأصبح في مقدورنا تحاشي معظم عيوب طريقة الدراسة العدية للصفات الظاهرة.

### التفريع التطوري Cladification

وهذا هو المنهج التصنيفي الآخر الذي استبدله المصنفون المحدثون بالنظام الداروني، وهو يعتمد كليا على المعيارالجينيالوجي. ففي عام ١٩٥٠ نشر «فيلي هيننج Willi Henning طريقة للتصنيف ادعى أنها ستسمح بإرساء قواعد لنظام تصنيفي جينيالوجي لا غموض فيه، ويقوم نظامه المقترح على



معيارين أساسيين: الأول هو الاقتصار على الصفات المشتركة - التي لا شك في مصدر اشتقاقها - أساسا لتحديد المجموعة التصنيفية، والمعيار الثاني هو: أن تتآلف كل مجموعة تصنيفية من فرع يبدأ انبثاقه بالنوع المؤسِّس ويحمل كل الأنواع التي تحدرت منه. باعتباره سلفها المشترك الذي لا جدال حوله... ومن ثم فإن الهيكل التصنيفي الذي يقترحه «هننج» يتألف ببساطة من عدد من فروع شجرة التطور Clades من دون أي اعتبار لأوجه التشابه بين الأنواع التي يحملها كل فرع (وهذا هو الشق الثاني - أي التطوري - من النظام الداروني للتصنيف).

وفي النظام الداروني للتصنيف لا يقتصر تقييم حجم التشابه بين الأنواع على مجموعة الصفات المشتقة من مصدر واحد Apomorphy، بل يؤخذ في الاعتبار أكبر قدر ممكن من أوجه التشابه المختلفة النوعية مثل: الصفات المشتركة المتحدرة من أسلاف مختلفة Plasiomorphy، والصفات المشتركة بين المجموعات التصنيفية المتوازية Sister -Taxa (ويُطلق على هذه الظاهرة اسم Autapomorphy)... وهذه الغزارة في أنواع الصفات المشتركة المتخذة أساسا لقياس درجة التشابه تعطي النظام التصنيفي الداروني ميزة إضافية أشاد بها «دوبريه Dupré» (1993: 18)، إذ يقول ما خلاصته: «إن تحديد الوضع التصنيفي لأي نوع لا يعتبر صحيحا إلا إذا تضمن تعريفا لكل شيء ممكن حوله».

وعلى خلاف الطريقة العدية الصارمة (التي تناولناها تحت العنوان السابق مباشرة)، فإن النظام الداروني يشترك مع نظام التشعيب الذي نتحدث عنه في أن كليهما مُدان بجعل سبب تحديد الوضع التصنيفي مسألة تخضع للاعتبارات الخاصة... ومع ذلك فالتصنيف في كلتا المدرستين قائم على افتراض وحدة الآصرة بين المجموعات التصنيفية التي يتوصل إليها المصنِّف طبقا لنظامها، وعلى الرغم من أن المفهوم التقليدي لوحدة الآصرة سائد بين التصنيفيين الدارونيين وغيرهم من أتباع المدارس الأخرى، إلا أن «هننج» يقدم مبدأ مختلفا تماما هو أن أي مجموعة تصنيفية لا تعتبر وحيدة الآصرة إلا إذا تضمنت كل الأنواع المتحدرة من النوع المؤسس Founder (stem) Species. والالتزام بهذا التعريف يقودنا إلى تحديد مختلف تماما للمجموعات التصنيفية، ومن ثم اقترح

«أشلوك» Aschlock (١٩٧١) حلا لتخطي هذه العقبة بأن تكون شمولية الآصرة Holophyly بديلا عن «وحدة الآصرة» سواء بمفهومها التقليدي أو بمفهومها الصارم الذي حدده «هننج» وأيا ما كان الاختلاف في الأسلوب بين هذه المدارس التصنيفية فإن الهياكل التصنيفية التي توصلنا إليها لن تحيد عن الإطار الجينيالوجي العام.

ونظرا لأن المجموعة التصنيفية بالمفهوم الجديد (المعدَّل) لم تعد مناظرة تماما لما أطلق عليه المصطلح التقليدي Taxon، وجب أن نطلق على الوحدة الجديدة اسما مختلفا يميزها وليكن: الفرع التطوري Cladon ... ومن ثم من المناسب أن نطلق على عملية التصنيف، طبقا لنظام «هننج»، اسما جديدا مشتقا من الوحدة التصنيفية التي ابتدعها، وهذا الاسم هو Cladification (مثلما أن الاسم التقليدي Classification مشتق من Class).

هذه التعديلات أفسحت في الطريق لظهور منهاج جديد في تحليل العلاقات بين الأصول والفروع يمكن أن نسميه Cladistic Analysis (كنوع خاص من الـ Phylogenetic Analysis، وهو مناسب جدا للكشف عن وحدة الأواصر بين المجموعات التصنيفية... ومهما تكن مزايا هذا الأسلوب الجديد، فإن به عيوبا أهمها:

١ ـ عدم تجانس معظم الفروع التطورية إلى درجة أن الفرع الواحد يضم مجموعات غير متماثلة من الأنواع، بينما تتفرق المجموعات المتماثلة: على فروع تطورية مختلفة.

٢ ـ كثرة احتمال وجود السلف ضمن مجموعة تصنيفية ذات آصرتين متناظرتين Paraphyletic taxon (كوقوع أسلاف الطيور والثدييات على فرعين من الزوحف)... وهذا يفقد المجموعة أهم مقوماتها كوحدة تصنيفية طبقا لأسس هذا النظام.

٣ ـ عدم واقعية هذا النظام في اشتراطه وضع المجموعات المتوازية في المرتبة التصنيفية نفسها حيث إن هذه المجموعات كثيرا ما تختلف في عدد من الصفات المشتركة التي تؤهلها لهذا الوضع التصنيفي، ويتضح هذا في حالة الطيور التي يضع نظام «هننج» معها في المرتبة نفسها مجموعات لم تتعرض لنصف ما تعرضت له الطيور من التحولات التطورية الحادة.

٤ ـ لا يتضمن نظام «هننج» نظرية راسخة الأسس في تحديد مراتب المجموعات التصنيفية، مما جعل أتباعه ينبذون المعيارين اللذين تمسك بهما (العصر الجيولوجي والتكافؤ بين المجموعات المتوازية)، ويتمسكون بالمعيار الوحيد الذي نبذه «هننج» نفسه وهو: درجة الاختلاف.

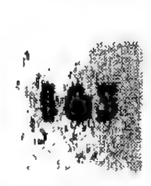
٥ ـ تطبيق مبدأ ابتداع مرتبة جديدة لكل مجموعة ذات صفات خاصة، لو التزمنا به تنازليا إلى مستوى النوع (كما فعل بعض أتباع هذا المذهب)، سيؤدي إلى تفتيت الهيكل التصنيفي بكل ما ينتج عن ذلك من تشويش المفاهيم وصعوبة استخلاص المعلومات.

٦ ـ الاقتصار على الصفات المشتقة من مصدر واحد Apomorphic كمعيار لتحديد الوضع التصنيفي يقلل من أوجه الانتفاع بهذا النظام في التعرف على الأنواع وتشخيصها (نظرا لاستبعاد أنواع الصفات الأخرى كافة )، ويجعل فائدته مقتصرة على التحليل الأصولي. وحتى هذا الهدف تنعدم الحاجة إليه في المستويات الحدودية (التي تنتهي عندها سلسلة الأنواع ذات الأصل المشترك)... وهكذا يتضح أن مقومات هذا النظام تؤهله لأن يكون «منهاجا للتعريف» أكثر منه «نظاما للتصنيف».

٧ ـ إغفال أهمية المجموعات المتوازية sister groups المتوازية كوحدات تصنيفية. على الرغم أن بينها ترابطا جينيا أقوى مما بين الأخلاف وأسلافها السحيقة (التي أعطاها «هننج» كل الوزن في تحديد المراتب التصنيفية).

وخلاصة القول: إن التفريع التطوري Cladification الذي اتخذه «هننج» أساسا وحيدا لنطاقه التصنيفي قد ألصق به صفة القصور، وجعل الالتزام به مدخلا إلى ابتداع وحدات تصنيفية مصطنعة وغير متجانسة. وعلى امتداد أكثر من مائة عام دأب أئمة علم التصنيف على رفض الاقتصار على صفة واحدة ـ مهما بلغت أهميتها كمعيار للتصنيف الذي لا يكتمل في نظرهم، إلا إذا كان أساسه أكبر عدد ممكن من الصفات.

وهذه العيوب في نظام «هننج» جعلته غير جدير بأن يحتل مكان النظام الداروني الراسخ. وعلى أي حال فهذا لا يسلبه الفائدة كمصدر للمعلومات عن أصول الأنواع لمن ينشدها... وبتعبير آخر، فإن الاختلاف بين النظامين في الأهداف ومجال التطبيق لا يقلل من شأن أي منهما كمنهج تصنيفي معتمد.



## تخزين المعلومات واستعادتها

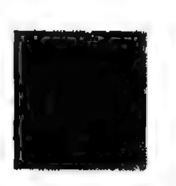
نظرا لكل هذه الاعتبارات كثيرا ما تختلف مواقف أهل الذكر من هذه النظم التصنيفية: ماذا يختار الدارس منها؟ والجواب في نظري هو: أن أجدرها بالاختيار هو أكثرها واقعية وفاعلية في تهيئة نظام ثابت لتخزين المعلومات واستخراجها عند الحاجة إليها. ونظام «دارون» التصنيفي يتمتع بقدر كبير من الثبات الذي هو أهم مسوغات الصلاحية، ومن ثَم يُعتبر نظاما نموذجيا لتخزين المعلومات واستعادتها، وهذه ميزة يفتقر إليها نظام «هننج» المبني على التفريع التطوري Cladification، بما يتطلبه من بحث متجدد عن المزيد من الصفات السلفية.

وهناك وجه آخر لصعوبة الاستفادة من نظام التفريع التطوري، هي أنه ثلاثي الأبعاد بحكم اعتماده على ظاهرة الأصل المشترك في تحديد الوحدات التصنيفية، فشجرة الأواصر التطورية أقرب إلى الدوحة الكثيرة التفرع dendrogram، فكيف يصح أن يقطِّع المرء فروعها وفريعاتها ثم يعيد ترتيبها في تتابع مستقيم ذي بعد واحد، كما ينبغي أن يكون تسلسل الوحدات التصنيفية؟ من الصعب توفير الانضباط اللازم في مثل هذه المحاولات التي تخضع للرأي ا لشخصي، وبالتالي تؤدي إلى اختلاف كبير في الحصيلة النهائية ما لم يكن البحث عن المعلومات محصورا في قطاع صغير، تكون فيه العلاقات الفيلوجينية أقرب إلى شجيرة قليلة التفرع thamnogram. وللتغلب على هذه المشكلة يمكن اتباع الإرشادات التالية:

١ ـ ضع الوحدات التصنيفية بعد أصولها التي اشتقت منها، وعلى هذا تأتي مجموعة السيستودا Cestoda، (الديدان الشريطية). ومجموعة التريماتودا Trematoda، (الديدان الورقية أو الوشائع Flukes)، بعد مجموعة المعكرات Turbellaria.

٢ ـ ضع الوحدات ذات الصفات التخصصية بعد تلك الأقل تخصصا (أي الأكثر بدائية).

٣ ـ ما لم تكن لديك أسباب قوية، لا تحاول تغيير أي نظام تسلسلي تقليدي، لأن استقراره كان ثمرة صلاحيته لتخزين المعلومات واسترجاعها.



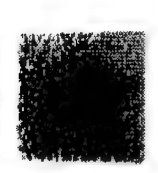
## الأسماء العلمية

اصطلح التصنيفيون على تمييز الوحدات التصنيفية بأسماء تلخص خصائصها بألفاظ لاتينية ذات مدلول موحد مهما كلفت لغة دارسها. فمثلا كلمة... (كُليوبترا Coleoptera)، مكونة من شقين: الأول Coleo بمعنى غمد صلب والثاني Ptera بمعنى أجنحة، وبذلك يدل هذا الاسم على رتبة الحشرات غمديات الأجنحة (التي تضم الخنافس والسوس). وفي استعماله ما يحقق استحضار أهم صفة مشتركة بين كل أنواع هذه الرتبة، ولعل هذا المثال يسلط الضوء على القواعد التي أودعها التصنيفيون في (شفرات دولية) تتألف منها أسماء كل أنواع الحيوان والنبات والكائنات الدقيقة.

والأهداف الرئيسية لنظام الاتصالات التصنيفية مشار إليها في مقدمة كتاب (شفرة التسمية الحيوانية) Gode of Zoological Nomenclature الصادر عام ١٩٨٥، بما نصه: «إن هدف هذه الشفرة هو تأمين ثبات الأسماء العلمية وعالميتها مع ضمان التميز والتفرد لكل اسم». ويتألف الاسم العلمي لأي نبات أو حيوان من شقين: الأول يدل على الجنس genus (ويسمى generic eptithet)، ويستهل بحرف كبير، والشق الثاني يدل على النوع species المنتمي إلى هذا الجنس (ويسمى specific epithet) ويكتب بحروف عادية، وهذه الصياغة ذات الشقين في التسمية يطلق عليها اسم Linnaean binomial nomenclature (نسبة إلى واضعها «لينيوس»)، وقد اختار التصنيفيون لوضع الأسماء العلمية لغة موحدة هي اللاتينية، بحكم أنها كانت لغة التخاطب بين العلميين في فترة ما بعد العصور الوسطى.

وللتأكد من أن كائنا معينا ينتمي إلى نوع بذاته، ينبغي ألا نكتفي بالوصف الأصلي للنوع المراد إلحاقه به (وهو ما كتب عنه عندما اكتشف لاول مرة واعتبر نوعا جديدا). وإنما علينا الاستعانة بكل ما استجد من معلومات عنه منذ أن وصف للمرة الأولى، فكل نوع بل وكل عشيرة من أي نوع عرضة مع الوقت لتغيرات يجب تقديرها بعناية بفحص عدد كبير من العينات.

ويطلق على العينة المطابقة للوصف الأصلي للنوع اسم «العينة الأنموذج type specimen»، ومن المهم تسجيل اسم المنطقة التي جمعت منها هذه العينة وتسمى المنطقة النموذجية Type locality، ولهذا الأمر أهميته الخاصة بالنسبة للأنواع المتعددة النماذج polytypic specimen، وهي التي توجد بين عيناتها فروق تستوجب وضعها في مرتبة النويعات subspecies. ويطلق على



أول نوع يوصف من جنس معين اسم النوع الأنموذج type species، وعلى أول جنس من فصيلة معينة اسم الجنس الأنموذج type genus. وتماشيا مع هذا التسلسل يجب صياغة اسم الفصيلة من اسم الجنس الأنموذج.

وعند تعدد أسماء أي مجموعة تصنيفية يكون أقدم أسمائها هو المعتمد عليه عادة، ومع ذلك ـ وبخاصة في بداية نشأة علم التصنيف ـ فقد حدث أن وجدت مبررات لنبذ أقدم الأسماء، واستخدام اسم أحدث منه حتى أصبح عالميا. والعودة إلى الاسم القديم بعدئذ ـ لمجرد أسبقيته ـ تخلق مشاكل في عملية استعادة المعلومات، ولهذا وضعت الضوابط الكفيلة بالحد من هذه الحالات، ومن ذلك في علم الحيوان مثلا: أن ينحصر الالتزام بمبدأ «الأقدمية» في الأسماء على مستوى الفصيلة وما دونها.

## منظومة الكائنات المتعضية

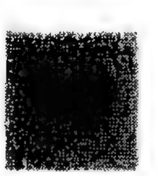
حتى منتصف القرن التاسع عشر كانت المتعضيات organisms تنقسم إلى مجموعتين لا ثالثة لهما هما: الحيوانات والنباتات، حتى أن كل كائن لا يُفصح تركيبه بوضوح عن أنه حيوان (كالفطر والبكتيريا وأمثالهما من الكائنات الدقيقة)، كان يلحق تلقائيا بمملكة النبات، ولكن الدراسات الفاحصة كشفت بوضوح عن ضرورة وضعهما في مجموعتين مستقلتين.

على أن أخطر تغيير في الهيكل التصنيفي للمتعضيات قد حدث في ثلاثينيات القرن العشرين، إثر اكتشاف أن البكتيريا وأضرابها تختلف من سائر الكائنات الأخرى في نقطة مهمة هي، أن خلاياها ليست لها نواة بالمواصفات العلمية، ولهذا وُضعت في مجموعة دنيا أطلق عليها اسم الـ «مونيرا Monera» أو بدائيات النواة Prokaryotes، حتى لا تتساوى مع ما فوقها من كائنات «حقيقيات النوى Eukaryotes».

ومنذ نشأة الحياة على الأرض (قبل ٣٫٨ بلايين سنة)(*) ولمدة بليونين من السنين لم يكن يوجد إلا بدائيات النوى، وهي التي تنقسم الآن إلى مملكتين: البكتيريا القديمة أو الأثرية Archaeobacteria والبكتيريا الحقيقية Eubacteria، ويكمن الفرق الرئيسي بين المجموعتين في بنية الريبوزومات(**)، ومنذ حوالى

(*) البليون الأميركي = ألف مليون: وهو يعادل المليار في الحساب الدولي الحديث (المترجم).

(**) الريبوزومات ribosomes تجمعات من جزيئات الحمض النووي على شكل حبيبات دقيقة منتشرة في سيتوبلازم الخلية.



١,٨ بليون سنة كانت بداية ظهور الكائنات حقيقية النوى عندما نشأت كائنات وحيدة الخلية تتميز عما سبقها بأن مادتها النووية محاطة بغشاء، وتتشكل في هيئة كروموسومات متمايزة وباحتوائها على عضيات organelles خلوية متنوعة، وهذه الأخيرة، على ما يبدو، تطورت بواسطة تضمين بدائيات النوى الطفيلية. وما تزال الطريقة التي تكونت بها هذه العضيات... والتفاصيل الحقيقية لنشأة هذه العلاقة الحياتية والكيفية التي نشأت بها نواة الخلية لا تزال مجهولة. وعلى أي حال لقد ازدهرت حقيقيات النوى أحادية الخلية إلى جانب بدائيات النوى لبضعة ملايين أخرى من السنين إلى أن نشأت الكائنات العديدة الخلايا في زمن حديث نسبيا (منذ حوالى ٦٧٠ مليون سنة).

ولتصنيف حقيقيات النوى عدة طرق، وللتبسيط نوجز القول بأن كل ما كان منها و حيد الخلية قد جمع حديثا في مجموعة تصنيفية واحدة هي الأوليات (البروتستا Protista) وكان مفهوما جيداآنذاك أن هذا القسم الكبير من منظومة الكائنات المتعضية يشمل كائنات هي أقرب إلى الحيوانات (وهي ما تسمى بالحيوانات الأولية أو البروتوزوا Protozoa)، وكائنات أخرى هي أقرب إلى النباتات (ومنها الدياتومات وهي طحالب وحيدة الخلية ـ وبعض السوطيات التي تمتلك الكلوروفيل ومنها اليوجلينا) ومجموعة ثالثة ذات وضع خاص (وهي الفطر fungi)، وأن هناك صفتين الأولى هي القدرة على الحركة Mobility (*) (لتمييز الحيوانات) والثانية هي القدرة على بناء الغذاء من مواد غير عضوية بوساطة اليخضورأو الكلوروفيل chlorophyll (لتمييز النباتات) إلا أن هذين المعيارين التقليديين كثيرا ما كانا يفقدان صلاحيتهما في مملكة البروتستا التي كان الانتماء القاطع إليها موضع شك أو جدال في بعض الحالات... غير أن هذا الغموض قد انجلى قليلا بفضل بعض البحوث الحديثة (وخصوصا تلك التي أجراها «كافالييه سميث Cavalier Smith»)، والتي أحيت الاعتماد على بعض الخصائص ـ بعد إهمالها ـ مثل وجود أنواع معينة من الأغشية، وبعض الخصائص الجزيئية المميزة.

---

(*) المقصود هو الحركة الانتقالية، وهي غير الحركة الموضعية المعروفة في النباتات أيضا وتسمى الانتحاء Tropism... (المترجم).

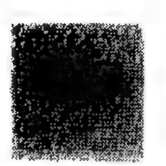
ولا يزال البعض يعتبرون ـ تجاوزا ـ أن وحيدات الخلية من حقيقيات النوى هي البروتستا، وما زال الجدل دائرا بين أنصار التشعيب وأنصار التجميع حول تقسيم هذه المجموعة الكبرى إلى عدد من الممالك يتراوح ما بين خمس وسبع... غير أن وجود وحدة تصنيفية باسم البروتستا، قد أصبح قضية خاسرة على الأقل بالنسبة لغير المتخصصين، الذين يريحهم التقليل من عدد الوحدات التصنيفية، ومن هذا المنطلق فإنني أقترح هيكلا تقسيميا مبسطا لمنظومة الكائنات المتعضية على النحو التالي:

- إمبراطورية بدائيات النوى Empire Prokaryota (Monera) وتضم مملكتين:
  - مملكة البكتيريا القديمة Kingdom Archaeobacteria.
  - مملكة البكتيريا الحقيقية Kingdom Eubacteria.
- إمبراطورية حقيقيات النوى Empire Eukaryota، وتضم ست ممالك(*):
  - مملكة الحيوانات القديمة Kingdom Arehezoa.
  - مملكة الحيوانات الأولية Kingdom Protozoa.
  - مملكة ذوات الأصباغ Kingdom Chromista(**).
  - مملكة البَعديات النباتية Kingdom Metaphyta (Plants).
  - مملكة الفُطر Kinngdom Fungi.
  - مملكة البَعْديّات الحيوانية Kingdom Metzoa.



(*) الترجمة الحرفية لكلمة Kingdom وقد أوصت الدوائر العلمية واللغوية أخيرا باستعمال كلمة «عالم» (بفتح اللام) بدلا منها.

(**) الطحالب Algae، وتنقسم حسب لون حبيبات الصبغ في خلاياها إلى مجموعات أشهرها الطحالب الخضراء والزرقاء، والبنية... (المترجم).



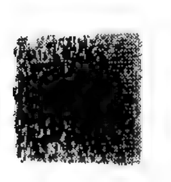
# 8 أسئلة الكيفية: صنع فرد جديد

يتألف كل نوع من الكائنات الحية من آلاف بل ملايين أو حتى بلايين الأفراد التي يموت الكثير منها كل يوم، ليحل محلها أفراد جدد عن طريق التكاثر الذي نحسب عادة أنه لا يتم إلا عن طريق التزاوج بين ذكر وأنثى، وهذا هو التكاثر التزاوجي (الجنسي)... ولكن الواقع أن هناك طرقا أخرى يتم بها التكاثر لا جنسيا، حتى لو لم يوجد من النوع إلا فرد واحد. وأبسط هذه الطرق هي أن ينشطر الفرد إلى شطرين ينمو كل منهما إلى فرد جديد كامل، وبتكرار هذه العملية يتضاعف عدد الأفراد، وهذه هي الطريقة المعتادة للتكاثر في كل بدائيات النوى (البكتيريا) وفي كثير من الأوليات والفطر، بل وفي بعض شعب اللافقاريات.

وبالإضافة إلى الانشطار توجد طرق أخرى للتكاثر اللاتزاوجي في مقدمتها التبرعم Budding، وهو شائع بين النباتات وبعض اللافقاريات حيث ينشأ في مكان ما من جدار الجسم بروز صغير (برعم)، سرعان ما ينفصل ويواصل نموه وتشكُّله مستقلا إلى أن يصبح فردا جديدا، وهذا النوع من

«إن هذا الثراء في العوامل والأسباب هو سر ما يتميز به عالم الأحياء من جمال ساحر».

المؤلف



التكاثر اللاتزاوجي يسمى التكاثر الخضري، لأن جسم الفرد الجديد ينشأ من خلايا خضرية أي بدنية، بمعنى أنها مشتقة من أنسجة غير مخصصة لإنتاج الأمشاج ذكرية كانت أو أنثوية. ولكن هناك نوعا خاصا من التكاثر اللاتزاوجي هو التكاثر العذري Parthenogenesis، ينشأ الفرد الجديد فيه من خلايا جرثومية أي متخصصة في إنتاج الأمشاج - الأنوثية تحديدا - وفيه تتطور الخلية البيضية من دون إخصاب إلى فرد جديد، والتكاثر العذري معروف في كثير من اللافقاريات، ويتم بالتناوب مع التكاثر الجنسي في حشرات المنّ وفي القشريات الهائمة Planktonic Crustacea.

أما في الكائنات الأكثر رقيا فالأسلوب السائد هو التكاثر الجنسي الذي يتضمن كثيرا من العمليات المعقدة في إنتاج البيض والمني، والتزاوج بين الذكر والأنثى ثم رعاية الجنين - وهذه الطريقة تحقق للنوع مزايا انتخابية لا يحققها التكاثر العذري على الرغم من أنه - فيما يبدو - يتفوق على التكاثر الجنسي من حيث الكفاءة التناسلية (لأن كل الذرية الناتجة عذريا تكون إناثا قادرة على التكاثر من دون ذكور).

ومن ثم فإن دراسة «إستراتيجية» التكاثر الجنسي كانت وما زالت مشكلة تضاربت حولها آراء المشتغلين بالبيولوجيا التطورية في تبريراتهم لأفضلية التكاثر الجنسي، وإن كان من المتفق عليه أن سرها يكمن في أن التكاثر الجنسي يحقق زيادة كبيرة في قدرة النوع على التباين الجيني« genetic variability »، مما يحقق العديد من المكاسب في ميدان الصراع من أجل البقاء، وأحد هذه المكاسب هو نقص القابلية للإصابة بالأمراض المعدية.

وباستثناء الطريقة التي يعمل بها الدماغ، فإن أكثر الظواهر الحياتية إعجازا هي الطريقة التي يتكون بها فرد جديد بالغ من بيضة مخصبة، تلك العملية التي يمكن تقسيم تاريخ دراستنا لها تقريبا إلى ثلاث مراحل، بدأت أولاها من قديم الزمان واستمرت حتى عام ١٨٣٠، وفيها كانت بؤرة الدراسة هي ملاحظة الجنين ووصفه مع اهتمام خاص بمعرفة القدر النسبي لمساهمة كلا الأبوين في تكوينه، وبدأت المرحلة الثانية من الدراسة مواكبة لإعلان «نظرية الخلية» عندما اكتشف أن بيضة أي حيوان فقاري إنما هي خلية واحدة، وأن العنصر الفاعل في عملية إخصابها هو أحد الحيامن الموجودة في السائل المنوي، وكل حيمن هو أيضا خلية واحدة، وكانت الدراسات في تلك المرحلة مركزة على عملية انقسام البيضة



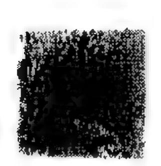
المخصبة، ومصير الخلايا الناتجة عن هذا الانقسام ودورها في بناء مختلف أعضاء الجنين. وهكذا لم يكن هناك مفر من أن يغلب الطابع الوصفي على علم الأجنة في أثناء هاتين المرحلتين حيث كان هدف الدراسات هو اكتشاف ما يحدث (الإجابة عن أسئلة الماهية).

وبدأت المرحلة الثالثة مع مستهل القرن العشرين، حيث توافرت إمكانات متابعة خطوات تكوين أعضاء الجنين في مراحلها المختلفة، واتضح أمران: الأول أن هذه العملية تتحكم فيها جينات نوعية، والثاني أن أجزاء الجنين تحدث بينها تفاعلات، وبتعبير آخر: أن «سلوك» الخلايا المتكونة إنما هو محصلة عاملين: الأول وراثي بفعل الجينات، والثاني بيئي بفعل «المحيط» الخلوي الذي تجد فيه نفسها في كل مرحلة... وهكذا اقتربت دراسات هذه الفترة من الإجابة عن أسئلة الكيفية.

وسرعان ما تبيّن أن تفاعل الجينات معا، ومع المحيط الخلوي يتم بطريقة «هارمونية» فيها قدر كبير من ذلك التجاوب الموجود بين عازفي الأوركسترا. وبمضي الوقت أصبح تحليل «الجمل الموسيقية» في معزوفة تكوين الفرد الجديد أمرا ميسورا. وكانت نتائج دراسات الكيفية في عملية التكوين الجنيني، هي الإرهاصات التي أدت إلى ميلاد علم البيولوجيا التطورية، وإن لم تبدأ الدراسات الحقيقية فيه إلا بعد أكثر من قرنين من الأعمال الوصفية المتقنة. حقا... إن الاكتشاف لا يأتي إلا بعد رحلة بطيئة مضنية!

## بدايات علم بيولوجيا التكوين

تتسم العمليات التكوينية بالتنوع ـ الذي هو أبرز سمات عالم الأحياء ـ مع بعض التشابه بين الكائنات المتقاربة، وهذه حقيقة ينمّ عنها التناظر بين عملية تكوين جنين الفروج داخل البيضة وتكوين أجنة الثدييات داخل الرحم (وكلها من الفقاريات)، وهي عملية تكهن بها المصريون ـ ربما قبل الميلاد بحوالى ألف عام ـ لكن معرفتهم بها كانت غامضة، كما أن القليل الذي كان معروفا عن عملية التكوين الجنيني، أصبح قليل القيمة بعد أن كتب «أرسطوطاليس» أعماله العظيمة في علم الأجنة الوصفي والمقارن، تلك الأعمال التي ناقش فيها طبيعة الذكورة والأنوثة في الحيوانات، وتركيب أعضاء التناسل ووظائفها، وظاهرتي الإباضة oviparity والولادة viviparity، وصور التزاوج في



مختلف أنواع الحيوان، ومنشأ المني وخصائصه، وكثيرا غير ذلك من الموضوعات المتعلقة بعمليتي التكاثر والتكوين، حتى ليمكن القول بأنه ـ بأعماله تلك ـ قد أرسى قواعد علم «بيولوجيا التناسل».

ولقد واجه «أرسطوطاليس» بالفعل مشكلتين في تناوله بعض جوانب التناسل التي ظلت موضع خلاف حتى نهاية القرن التاسع عشر: الأولى متعلقة بالكيفية التي تسهم بها كل خلايا الجسم في تكوين المواد الوراثية للخلايا الجرثومية (التي تتكون منها البويضات والحيامن)؛ والمشكلة الثانية هي: هل يتكون الجنين طبقا لصورة موجودة بالفعل داخل الحَيْمَن أو البويضة (نظرية التشكل القَبْلي) أو أن أعضاءه تتكون الواحد تلو الآخر وفقا للظروف السائدة في أثناء عملية التكوين (نظرية التكوين التتابعي). والحقيقة أن الطريقة التي تصدى بها «أرسطوطاليس» لمعالجة هاتين القضيتين تبهرنا إلى درجة نعجز معها عن إدراك الطريقة التي نجح بها في ارتياد هذا المجال البكر الذي أنجز فيه أعماله الرائدة، بكل هذا التكامل المبني على شمولية المقارنة ودقة الملاحظة التي توصل من خلالها إلى آراء سديدة غير مسبوقة، فظلت أعماله متفوقة على كل ما تلاها من أعمال حتى نهاية القرن التاسع عشر.

ولكن «أرسطوطاليس» بَشَر.. ولهذا وقع في أخطاء قليلة كان أولها أنه تبنى نظرية تقول بأن أجنة الثدييات تتكون من دم الحيض المتخثر (المتجلط) على غرار صورة ينقلها له منِيّ الذكر، ويبدو أنه لم يخطر بباله قط أن إناث الثدييات يمكن أن تنتج بيضا كما تفعل إناث كل أنواع الحيوانات الأخرى التي شاهدها.

ولوقت طويل لاحق، ظل «أرسطوطاليس» متهما بالوقوع في خطأ آخر في محاولته تفسير تلك الظاهرة التي شدت انتباهه بقوة وهي: خصوصية نوعية التكوين، بمعنى أن بيضة الضفدع تتطور دائما إلى ضفدع (وليس إلى سمكة أو دجاجة)، كما كانت تحتوي على معلومات تقودها إلى هدفها المنشود. هذه الخصوصية دفعت أرسطوطاليس إلى افتراض وجود «سبب غائي» هو المسؤول عن عدم حدوث أي خطأ في عملية التطور إلى أن تبلغ غايتها، ولم يتبين إلا في زماننا أن هذا العامل الخفي ما هو إلا البرنامج الجيني الذي تسير عملية التطور طبقا له، والذي يُفْصح عن نفسه في صورة عمليات كيموفيزيقية.

وعلى الرغم مما أثارته ظاهرة التكاثر وتكوين الأجنة من انبهار عبر القرون، فإن علم بيولوجيا التكوين لم يحقق أي تقدم حقيقي بعد «أرسطوطاليس» إلا في القرن الـ ١٧، بعدما فحص «هارفي» بيض الدجاج المحضون بعناية بالعين المجردة وبالاستعانة بعدسات مكبرة بسيطة، فاكتشف على غشاء المح رقعة أعلن بوضوح أنها هي التي ينشأ منها الجنين، وقد بين هارفي لاحقا عدم وجود دم حيض متجلط في أرحام الثدييات يمثل إسهام الأنثى في تكوين الجنين، مما قاده إلى افتراض وجود ما أسماه بيضة الثدييات. وبعد وقت قصير تمكن «ستنسن» و«دي جراف» Stensen& De Graff من اكتشاف حوصلات في نسيج العضو الأنثوي المواجه لفوهة القناة المؤدية إلى الرحم، غير أن وجود بويضة في الثدييات لم يصبح حقيقة واقعة إلا في عام ١٨٢٧ عندما اكتشفها «كارل إرنست بائير K. E. Baer». وهكذا أصبح واضحا أن المبيض هو المقابل الأنثوي للخصية.

في السنوات اللاحقة لعصر «هارفي» اكتُشفت الكثير من التفاصيل حول تكوين جنين الدجاج، وبخاصة بعد اختراع المجاهر المركبة بفضل عدد من الباحثين بدءا بـ «ملبيجي» ومن بعده «سبالنزاني Spallanzani» و«فون هالر V. Haller» ثم «كاسبار فردريك فولف C. F. Wolff». ولقد ظل كل هؤلاء يحاولون الربط بين التكوين التدريجي لأعضاء الجنين وما كان «أرسطوطاليس» قد طرحه من نظريات فسيولوجية، متخذين منها وعاءً لمشاهداتهم الغزيرة على الرغم من عدم اتساعه لاستيعابها.

وفي القرن التاسع عشر كانت الدراسات الجينية تجري بطريقة أقرب إلى المنهج العلمي، حيث الحقائق الثابتة هي الأساس الوحيد المعتمد عليه في وضع النظريات الصحيحة في كل مجالات البيولوجيا الوظيفية، ففي مستهل ذلك القرن كان علم الأجنة ممثلا بثلاثة من العظماء هم «كرستيان باندر Christian Pander» و«هينرش راذكي Heinrish Rathke» و«فون بائير V. Baer» الذين لم يضعوا نظرياتهم إلا بعد وصف دقيق لما شاهدوه من خطوات تكوين الأجنة، وبخاصة جنين الدجاج. وقد تضمنت أعمالهم: التعرف على الحبل الظهري والأنبوب العصبي، ولكن أهم ما أنجزوه كان اكتشاف الطبقات الجرثومية الثلاث، كما قارنوا ما اكتشفوه في الدجاج بمشاهداتهم في فقاريات أخرى، بل وفي بعض اللافقاريات ومنها جراد البحر.

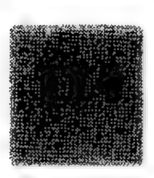
لقد اتخذ الدجاج والضفدع مادة نموذجية للدراسات الجينية لسهولة الحصول عليها، غير أنهما لا يمثلان إلا شعبة واحدة هي الفقاريات، بينما يوجد عدد كبير من أنماط التكوين الجنيني في الشعب الحيوانية الأخرى، يختلف بعضها عن بعض في وجوه كثيرة أهمها طريقة تفلج الخلية البيضية (وهو أولى خطوات التكوين الجنيني المبكر). ثم ظهرت أوجه خلاف أخرى بعد مقارنة التكوين الجنيني للفقاريات بما شاهده ممارسو علم الأجنة التجريبي آنذاك في شعب أخرى مثل الغلاليات(*)، وشوكيات الجلد، والرخويات، ومعويات الجوف وغيرها من اللافقاريات. على أن معظم ما سنورده في الصفحات التالية من تعميمات إنما ينطبق على الفقاريات.

### تأثير نظرية الخلية

ولدت هذه النظرية في ثلاثينيات القرن التاسع عشر على يدي «شوان» و«شليدن»، فكان من بين مزاياها العديدة أن وحدت بين المفاهيم الغامضة والمتناقضة عن المدلول العلمي للبيض والمني، فبالنسبة للبيضة لم يعرف أنها خلية واحدة - إلا بناء على نتائج الفحوص التي آجراها «ريماك Remak» - وأعلنها عام ١٨٥٢. أما بالنسبة للحيامن (التي كان «ليفنهوك» قد اكتشفها قبل ذلك بعشرات السنين)، فقد حسبها الكثيرون طفيليات دقيقة في المني، وإن أعلن فريق آخر أنها تحمل الجزء الأبوي من الجنين، ولكن لم يتبين أحد حقيقة الأمر إلا في عام ١٨٤١، عندما قدم «كوليكر» الدليل على أن كل حيمن إنما هو خلية واحدة هي المشيج الذكري.

ولعله من المستغرب أن يظل معنى عملية الإخصاب غير محدد زهاء أربعين عاما بعد هذين الاكتشافين، حتى أن «ميشر Miescher» (مكتشف الحمض النووي) يشبهها - في عام ١٨٧٤ - بـ «نبضة» أو إشارة بدء لعملية التلقيح (انقسام الخلية البيضية)... وهكذا - إلى أن قدم بعض السيتولوجيين الدليل على أن الحيمن يؤدي دورا أهم هو: نقل نواة المشيج الذكري (وفيها مجموعة أحادية من الكروموسومات) إلى نواة البويضة

(*) الغُلاليات Tunicates: كائنات بحرية دقيقة من الحبليات البدائية، يرقاتها تشبه يرقة الضفدع (أبوذنيبة)، ولها أهمية تصنيفية لموضعها بين الحبليات الحقيقية وشوكيات الجلد التي هي أرقى اللاحبليات (المترجم).



(وفيها أيضا مجموعة أحادية)، حيث تتحد المجموعتان فتتكون نواة اللاقحة (الزيجوت) ذات المجموعة الثنائية. وبهذا الاتحاد يكون الإخصاب قد حقق هدفا ثالثا أكثر أهمية، وهو توليف جينات الأب والأم في خلايا الذرية، وهذه حقيقة كان قد اكتشفها قبل ذلك بزمن طويل بعض القائمين بتهجين النباتات مثل «كولرويتر Koelreuter».

## تكوين تتابعي أم تَشَكُّل قبْلي؟

ولكن: كيف يمكن للزيجوت ـ هذه النطفة من المادة غير المتشكلة ـ أن يتحول إلى فرد متكامل من نوع الأبوين نفسه سواء من الضفادع أو الأسماك أو الدجاج؟ لقد ظل هذا اللغز موضع آراء متضاربة زهاء ثلاثة قرون إلى أن حل القرن العشرون، حيث تبلورت هذه الآراء في افتراضين رئيسيين لكل منهما حجته، وكلاهما يحتمل الصواب والخطأ على قدم المساواة، هما التشكل القبلي والتكوين التتابعي.

وقد استخلص أنصار الفكرة الأولى نظريتهما من ملاحظة أن البيضة المخصبة، لا تضل طريقها ومن ثم لا تخطئ هدفها على امتداد مسيرة تطورها إلى فرد بالغ من النوع نفسه للأم التي باضتها، فافترضوا وجود أنموذج دقيق للفرد المستقبلي داخل أحد المشيجين لحظة التقائهما في عملية الإخصاب، وأن تكوين هذا الفرد الكامل ما هو إلا مجرد عملية بسط unfolding لهذا الأنموذج المطوي وتكبيره، وأطلقوا على هذه العملية كلمة مستحدثة هي evolution (*) التي تعني النشوء والتطور. وقد عزز هذا الرأي زعم الباحث السيتولوجي «ملبيجي» ـ أول رواد هذه النظرية ـ أنه تمكن بالفحص المجهري لبيضة دجاجة مخصبة من رؤية أول أطوار جنين الدجاج، فاعتبرها علامة على وجود أنموذج الدجاج المستقبلي فيها.

ولقد كان الامتداد المنطقي لنظرية التشكل القبلي هو افتراض أن أنموذج الفرد المستقبلي لا بد من أن يحوي بداخله صورة ذريته أيضا. ومن هذا التصور نشأ ما يسمى «نظرية التعليب أو الصندقة Theory of emboitment». ثم كان السؤال المرتقب عن موضع أنموذج الفرد المتشكل سلفا: هل هو

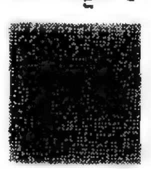
(*) التشابه ملحوظ بين كلمة unfolding وكلمة evolution في المبنى والمعنى (المترجم).



البويضة أم الحيمن؟ للإجابة عن هذا السؤال انقسم الناس إلى فريقين لكل منهما شعاره، ولكن العديد من الأعمال المنشورة آنذاك كانت تصف - بل وتصور - قزما بشريا مكتوما داخل خلية منوية!!

هذا عن عالم الحيوان. أما في عالم النبات فمن الواضح أن نظرية التشكل القبلي ونظرية الصندقة (المنبثقة منها) قد رفضتا تماما قبل ذلك بعشرات السنين بفضل نتائج تجارب التهجين، التي أجراها «كولرويتّر Koelreuter» في عام ١٧٦٠، والتي قدمت الدليل على اشتراك الأب والأم - بالتساوي - في تحديد خصائص الذرية. غير أن هذه النتائج الدالة على الحقيقة قد ظلت مجهولة لفترة طويلة (ربما لأنها أجريت على نباتات)؛ ولكن هذا ليس مبررا كافيا لغياب هذه الحقيقة عن المشتغلين بتهجين الحيوانات، حيث إن الجمع بين صفات الأب والأم واضح تماما في البغال (التي هي ذرية مختلطة للخيل والحمير). وبالمثل لم يفطن علماء الحيوان إلى أن عملية تعويض الأعضاء Regeneration الشائعة في الهيدرا، وبعض أنواع البرمائيات والزواحف لا يمكن أن تكون مفهومة في ظل نظرية التشكل القبلي، بل إنها - في جوهرها - ذات طبيعة أكثر انسجاما مع نظرية التكوين التتابعي التي كان أصحابها في غمار معارضتهم لأصحاب نظرية التشكل القبلي يظنون أن كتلة سيتوبلازم الزيجوت تظل خالية تماما من أي أثر للتشكل حتى يبدأ تكوين الجنين، ثم يبدأ تشكلها بفعل قوة خارجية (أو دخيلة) أطلق عليها «فولف C. F. Wolff» اسما ينسجم مع طبيعتها الغامضة هو: «نافخ الروح». غير أن هذه النظرية لم تفسر السر في أن بيضة الضفدع لا تعطي إلا ضفدعا، وبيضة الدجاج لا تعطي إلا فروجا. بل إنها لم تفسر عملية تمايز أنسجة الجنين ثم أعضائه المختلفة، مع أنها نشأت من خلية واحدة غير متشكلة كما يظنون. وفوق ذلك فإن الإيمان بنظريتهم يعني أن كل نوع من الكائنات لا بد من أن يكون له «نافخ الروح» الخاص به. لقد عجز جميع أصحاب نظرية التكوين التتابعي عن توضيح كنه هذه القوة الخفية التي أسموها Vis essentialis(*)، ولماذا هي على هذه الدرجة من التخصص والنوعية؟

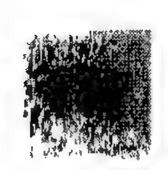
(*) نافخ الروح هو أقرب تعبير عربي إيماني يقابل الكلمة اللاتينية الواردة في النص الإنجليزي وهي: Vis essentialis (المترجم)



على أن نظرية التكوين التتابعي كانت لها الغلبة، وخاصة بعد أن عجزت كل التقنيات المجهرية المحسنة عن أن تستكشف أي أثر لكيان تشكيلي في البويضة الحديثة الإخصاب، وهكذا بقيت طريقة التكوين الجنيني لغزا محيرا حتى مستهل القرن العشرين، عندما تقدم علم المورثات Genetics بنا أول خطوة نحو الحل في ضوء ما توصل إليه علماء الوراثة من أن الخصائص المميزة لأي نوع من الكائنات الحية لها وجهان: أحدهما ظاهر (واسمه: الـ «فينوتَيِّب Phenotype»، وهو جماع صفاته الظاهرة التي بها نتعرف إليه، والوجه الثاني خفي (واسمه: الـ «جينوتَيِّب Genotype» وهو التركيب الجيني الذي تتولد منه هذه الصفات فهو ـ من مكمنه في نواة الخلية ـ يوجه كل العمليات المؤدية إلى ظهور كل صفة لتصبح ظاهرة بعد أن كانت خفية. وبناء على ذلك يكون الـ «جينوتيب» بوجوده المجرد هو البديل العلمي لعنصر «التشكل القبلي»، كما يكون هو نفسه أيضا ـ بتحكمه في عمليات التكوين ـ هو البديل العلمي لعنصر «التكوين التتابعي»؛ والمحصلة هي: اكتمال تكوين جنين متميز الأعضاء من خلية واحدة تبدو غير متشكلة هي البويضة.

ثم جاء علم البيولوجيا الجزيئية ليزيح اللثام عن آخر مجاهيل اللغز، عندما أعلن علماؤه اكتشافهم لبرنامج جيني Genetic Program مسجل على شريط جزيء الحمض النووي «دنا»، وبالطبع ينتقل هذا البرنامج من خلايا الأبوين ـ من خلال الحيامن والبويضات ـ إلى الزيجوت حيث يمارس دوره المزدوج المذكور، وهكذا يتضح أن تكوين جنين ـ مطابق في صفاته لنوع الأبوين ـ إنما يتم كمحصلة للتآزر بين عامل التشكل القبلي وعامل التكوين المتتابع. وبذلك وضعت نهاية النزاع بين الفريقين.

وهذه ليست الحالة الفريدة التي يكون فيها الفهم الصحيح لمشكلة بيولوجية مزاجا من مفاهيم تبدو متضاربة، فهذا أمر طبيعي في الحقل البيولوجي، حيث يكون المتعارضون أشبه بأولئك النفر من العميان، الذين قدم كل منهم وصفا للفيل مطابقا لمواصفات الجزء الذي تحسسه هو، فما لديهم هو جزء من الحقيقة، لكنهم يبنون عليها تصميمات مبالغا فيها على نحو خاطئ. إن الوصول إلى الحل الصحيح ممكن فقط بواسطة إلغاء الأخطاء، ثم التوليف بين ما يبقى صالحا من كل الآراء المتضاربة ودمجه في نظرية متكاملة.

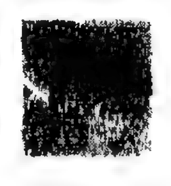


## التمايز: حيود الخلايا المتكونة

من المعروف أن خلايا الأعضاء المختلفة في جسم الكائن الفرد ليست متشابهة إطلاقا، وهذا صحيح أيضا بالنسبة للجنين الذي تنشأ كل خلايا أعضائه المختلفة من الزيجوت، وهو خلية واحدة تبدو مادتها متجانسة، فكيف تمايزت الخلايا الناتجة عن انقسام هذه الخلية الواحدة، بحيث أصبح بينها من الفروق الجسيمة ما نراه مثلا بين خلايا الجهاز العصبي وخلايا القناة الهضمية؟ إن ظاهرة التمايز هذه أكثر الظواهر مدعاة للانبهار، إضافة إلى بقائها زمنا طويلا مستعصية تماما على التفسير.

ولقد زادت مشكلة التمايز الخلوي غموضا حتى بعد أن تحققنا ـ في ثمانينيات القرن التاسع عشر ـ من أن كل ما سيعتري الجنين من تغيرات مقرر سلفا وفقا لفعل الجينات المستقرة في نواة الخلية الزيجوتية وبالتحديد على الكروموسومات. وقد زعم «وليزمان» آنذاك أن نواة كل خلية من الجسم تحتوي على العناصر الجينية نفسها، فإذا كان هذا الزعم صحيحا، فكيف يمكن أن تنشأ كل هذه الفروق الجسيمة بين الخلايا في أثناء عملية التكوين؟

كان أبسط تفسير هو افتراض حدوث بعض الخلل في توزيع شطائر الكروموسومات على الخليتين الناتجتين عن انقسام الخلية الأم، وهذا الخلل ـ مهما كان طفيفا ـ يؤدي إلى اختلاف الخليتين البنويتين في التركيب الجيني، ومن ثم ينشأ تمايزهما الذي يتوقف حجمه على نوعية العناصر الجينية التي استقرت في كل منهما. وقد حظيت نظرية التوزيع غير المتساوي هذه بتأييد ساحق، استمر قرابة عشرين عاما على الرغم من قيام الباحث «رو Roux» في عام ١٨٨٣ بتفنيدها بتساؤله المنطقي: «لو كانت نظرية التوزيع غير المتساوي صحيحة، فلماذا لا تنقسم النواة ببساطة ومباشرة إلى نصفين يصبح كل منهما نواة لإحدى الخليتين البنويتين بدلا من كل هذه الخطوات المعقدة التي تمر بها عملية الانقسام الفتيلي؟». ولقد كان «رو» محقا في رأيه الذي أيده بقوله: «إنه في ظل تلك النظرية يصبح كل ما شاهده السيتولوجيون في الانقسام الفتيلي من انتظام المادة الجينية في خيوط (كروموسومات) تنشطر طوليا، وما يسبق ذلك ويتلوه من خطوات يصبح عملا معقدا لا معنى له إلا إذا كانت مادة النواة غير متجانسة إلى درجة بعيدة، وهذا ليس صحيحا.



نحن نعرف أن نظرية «رو» كانت من حيث المبدأ صحيحة، وكانت من أروع الاستنتاجات التي توصل إليها من خلال ملاحظته لعمليات الانقسام الفتيلي، إلا أنها على ما يبدو، قد فندت بواسطة بعض الملاحظات التي أجريت في الأعوام التالية. وكان من الواضح أن «رو» نفسه تخلى عن نظريته الأصلية الصحيحة، وتبنى عوضا عنها نظرية التوزيع غير المتساوى. سبب هذا التحول هو ما أظهرته بعض المشاهدات، التي أجريت على المراحل المبكرة لعملية التفلج في بعض الكائنات، وهي أن الخلايا البنوية الناتجة عنه تختلف كثيرا جدا بعضها عن بعض وعن الخلية الأم (البويضة)، لدرجة أن تنشأ منها أجهزة عضوية شديدة الاختلاف أيضا. فكيف يمكن لكل هذا أن يحدث لو أن المادة الجينية للخلية الأم كانت قد انقسمت بالتساوي كما وكيفا؟

ولقد ازداد هذا اللغز غموضا بعد أن أجرى «رو» وآخرون (مثل «دريش» و«مورجان» و«ولسن») مشاهداتهم على عملية التفلج في المزيد من أنواع الحيوانات، فتبين لهم أن الفلجات المبكرة تختلف قدرتها على التكيف من نوع إلى آخر.

مثلا: عندما تنفصل خلايا التفلج في حيوان الزُّقي (حيوان مائي) ascidian، فإنها تنتج نسلا من الخلايا المتحدرة التي ستكون لها الخصائص نفسها التي للخلية لو أنها لم تنفصل؛ الخليتان الأوليان الناتجتان عن الانفلاج ستنتجان نصفي خليتين من يرقات الزُّقي. هذا النمط من التمايز أطلق عليه مصطلح التكوين الموزاييكي أو التكوين المحدد mosaic or determinate development. بالمقابل نجد أن الخليتين الناتجتين عن الانفلاج الأول في خلية من قنفذ البحر Sea urchin، فإنهما ستنتجان يرقتين شبه عاديتين لكن بحجم أصغر. وهذا النمط المختلف جدا من التمايز اصطلح على تسميته بالتكوين المقنن regulative development. ومما زاد الأمر تعقيدا، ما تبين من أن التكون في الكثير من المجموعات يتم على نمط متوسط بين هذين النمطين.

وكلما درست تفاصيل أكثر عن تكوين كائنات مختلفة زادت صعوبة وضع أسس عامة فاصلة، وهذه الاختلافات بين الخلايا البنوية الوليدة ربما كانت راجعة إلى فروق في درجة استجابتها للمؤثرات الواقعة عليها من الوسط الخلوي

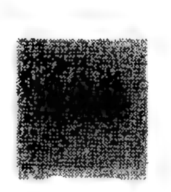


المحيط بها، وإلى مدى قدرتها على «إعادة برمجة نفسها»، مع ملاحظة أنه في بعض الحالات تبقى هذه الخلايا في مكان نشأتها، بينما في حالات أخرى تهاجر إلى مناطق مختلفة من جسم الجنين. ومن خلاصة نتائج التجارب العديدة، يتضح أن طبيعة العلاقة بين التركيب الجيني (الجينوتيب) وتمايز الخلايا الناتجة عن التفليج قد بقيت لوقت طويل لغزا محيرا.

ثم آن الأوان وقدم لنا علماء البيولوجيا الجزيئية في القرن العشرين إنجازات، نتبين منها أن النزعة إلى التمايز صفة كامنة في كل خلية، ولكن الجينات المتحكمة في ظهورها لا تنشط في جميع الخلايا في وقت واحد، ويبدو أن الجينات الحافزة على التمايز تمارس نشاطها وفقا لآليات محددة: أي بنظام يناسب احتياجات الخلية (وهي احتياجات تتغير من وقت إلى آخر)، كما أن البرنامج الزمني لهذا النشاط ينفذ على مرحلتين: الأولى سبق إقرارها وسجلت في النمط الجيني الكامن في نواة الخلية، والمرحلة الثانية تُحدَّد وفقا لإشارات تصدرها الخلايا المجاورة. كل هذه المعطيات لعلم البيولوجيا الجزيئية لم تخطر ـ فيما يبدو ـ على بال «وايزمان» عندما فند معاصروه نظريته الصائبة في ظاهرة التمايز، ومن ثم بادر بالانحياز إلى جانب التفسير الخاطئ لها (نظرية التوزيع غير المتساوي للمادة الجينية بين نواتي الخليتين البنويتين). وحتى يومنا هذا مازال فهمنا قاصرا عن إدراك الكيفية التي تعرف بها الجينات المنظمة الوقت المناسب لتنشيط غيرها من الجينات (وبتعبير آخر: كيف «تعرف» هذه الجينات أن الوقت قد حان؟).

وقد امتد التقدم العلمي إلى أبعد من ذلك، عندما اكتشف أن التحكم في الانقسامات الخلوية المبكرة للزيجوت في كثير من الحالات يحدث بالكامل بفعل عوامل لها وجود مادي في السيتوبلازم، وخاصة إذا كانت البيضة غزيرة المح. وهذا هو ما أضل «رو» عن التوصل إلى حقيقة أن الجينات النووية للزيجوت الحديث لا تقوم بمهامها إلا بعد اجتياز المراحل الأولى من التكوين الجنيني، ثم إن هناك سؤالا عن الكيفية التي يتمكن بها المبيض من تحديد كمية ونوع المواد الداخلة في تكوين مح البويضة وتوزيعها فيه. إن جواب هذا السؤال مازال سرّا شديد الغموض.

ولاستكشاف المزيد من أساليب التمايز نأخذ مثالا من اللافقاريات الدنيا وبالتحديد من النيماتودا (الديدان الأسطوانية أو الخيطية)، حيث وجد أن تمايز الخلايا يأخذ من البداية مسارات عدة مختلفة على الرغم من أن خلايا هذه



المسارات نشأت من خلية واحدة اشتقت من قطاع معين من سيتوبلازم الخلية البيضية يحوي بالضرورة عوامل تنظيمية مادية المنشأ. ومعنى ذلك أن أسلوب التمايز مقرر سلفا ومن البداية المبكرة. وهذا الأسلوب يختلف كثيرا عما عرفناه في طوائف أكثر رقيا (كالفقاريات)، حيث تحدث هجرة خلايا التفلج على نطاق واسع، وتتعرض لظروف مختلفة من المحيط الخلوي. وهذا النمط من التكوين الجنيني يناسبه ذلك القالب الجامد للتمايز الذي شرحناه في النيماتودا. وإنما يتطلب مرونة في قابلية الخلايا الوليدة للتجاوب مع الظروف المحتملة المختلفة، حيث تلعب الحوافز المستحدثة دورا كبيرا في تحديد نوعية الخلايا. ومثل هذه الاختلافات تكون جسيمة ليس فقط بين النيماتودا والفقاريات، بل بين أنواع من شعب حيوانية متقاربة مثل شوكيات الجلد والحَبْلِيّات (متضمنة الفقاريات). ومجمل القول إن هناك «تشكيلة» منوعة من أنماط التكوين الجنيني، وإن الاختلاف بينها يرجع إلى الفرق الكبير في درجة قابلية الخلايا الوليدة للتأثر بالعوامل السائدة في الوسط المحيط بها.

## تكوين الطبقات الجرثومية Germ Layers

في القرن الثامن عشر كان دارسُو عملية التكوين يعملون بإمكانات بدائية، ومن ثم ظنوا أن القلب هو أول ما يظهر من أعضاء الجنين، وأن الأعضاء الأخرى يظهر كل منها عند حاجة الجنين إليه وظيفيا، ولكن ثلاثة من المدققين هم «وُلَف» و«بانْدَر» و«فون بائير»، ما لبثوا أن بينوا أن الواقع مخالف لذلك تماما، فالذي يحدث في جنين الضفدع مثلا هو أن كرة من الخلايا الوليدة تتكون بعد انقسام البويضة من ثماني مرات إلى اثنتي عشرة مرة. هذه الكرة تسمى المُفَلَّجة blastula، ثم ما يلبث جزء من جدارها أن يَنْغَمِد داخل تجويفها فتتحول إلى شبه فنجان يسمى الـ «جاسترولة gastrula» وجدارها مكون من طبقتين: الخارجية تسمى الإكتودرم ecto-derm والداخلية تسمى الإنْدودِرم endoderm؛ ثم ينشط انقسام الخلايا في مناطق معينة بين الطبقتين فيؤدي ذلك إلى نشوء طبقة ثالثة متوسطة تسمى «الميزودِرم mesoderm».

وتكوين هذه الطبقات الثلاث ليس مقصورا على جنين الضفدع، فلقد اكتشف «باندر» وجودها أيضا في جنين الدجاج، وبعد ذلك بإحدى عشرة سنة (١٨٢٨) أوضح «فون بائير» أن وجودها ظاهرة مميزة في كل طوائف شُعبة الحَبْليَّات، وبعد ذلك ثبت وجود هذه الطبقات أيضا في أجنة ما دون الحبليات من شُعَب

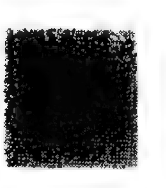


اللاحبليات nonchordata (بدءا من شوكيات الجلد، فنازلا، مرورا بالرخويات فمفصليات الأرجل كالديدان الحلقية فالخيطية فالمسطحة)، وأخيرا معويات الجوف coelenterates، التي تظل ازدواجية جدار الجسم فيها شديدة الوضوح حتى مرحلة البلوغ، وإن اختلفت طريقة تكوين هذه الطبقات (وخصوصا الميزودرم) في الحيوانات المختلفة.

وفي نهاية سبعينيات القرن التاسع عشر، بدأ الشك يتنامى حول ما إذا كانت الأعضاء التي ثبتت نشأتها من كل طبقة هي هي بذاتها في كل الكائنات وبالتحديد حول طبيعة علاقة الميزودرم بالطبقتين الأخريين على أن تجارب تجديد الأعضاء ومعاملة الأجنة بمختلف الكيماويات تشير نتائجها بوضوح إلى إمكان تحول أي من الطبقات الثلاث عن دورها الطبيعي في تكوين بواكير الأعضاء.

ولقد دخلت دراسة الطبقات الجرثومية مرحلة جديدة بعد ما استحدثت التقنيات الجراحية في علم الأجنة التجريبي، وبخاصة عمليات نقل الأنسجة التي أثبتت أن نقل أي جزء من هذه الطبقات من مكانه يؤدي إلى ما لم يكن متوقعا لو بقي فيه، وعلى سبيل المثال: انتزعت بعض خلايا الأكتودرم من جسم جنين أحد البرمائيات وزرعت خارجيا، فأخفقت في التحول إلى خلايا عصبية، ولم ينشأ منها إلا خلايا الجلد فقط، والسبب الواضح هو حرمانها من التفاعل مع خلايا الطبقتين الأخريين، وفي تجربة أخرى، نقلت قطع من الأكتودرم وقطع من الأندودرم إلى التجويف البطني للجنين فواصلت تمايزها (أي تحولها إلى بواكير أعضاء جنينية)، ولكن نشأت من كل منها تراكيب كان المفروض أن تنشأ من الأخرى...، وخلاصة نتائج هذه التجارب هي زعزعة الاعتقاد في حتمية التخصص التمايزي للطبقات الجرثومية، التي اتضح أن احتفاظها بنوعية هذا التخصص مرهون ببقائها في أماكنها الطبيعية من جسم الجنين، حيث يتم «التواصل» بينها، وتظل قدرتها على التكيف خفية لا تظهر إلا عند حدوث ما يخل بسير هذه العلاقة الطبيعية (بتغيير مواضعها أو بنقلها نهائيا خارج الجسم).

وعلاوة على ذلك اكتشف أن هجرة بعض الخلايا (أي انتقالها الطبيعي من مكان إلى آخر داخل جسم الجنين) تغير طبيعة العلاقة التكاملية بين الطبقات الجرثومية، وبالتالي تؤثر في القدرة التمايزية لخلاياها خلال مسيرة التكوين الجنيني... ونتيجة لهذه الهجرة يختلف منشأ طبقة الميزودرم، ففي بعض الأجنة تنشأ من خلايا أكتودرمية، وفي بعضها الآخر من خلايا



إندودرمية... وقد تمكن الباحثون من متابعة هجرة الخلايا العصبية والخلايا الخضابية (الملونة للجلد) في بعض آجنة الفقاريات، وأثبتوا في بعض الحالات أن الهجرة تبدأ نتيجة لانجذاب الخلايا المهاجرة إلى مواد كيماوية حافزة تبثها المنطقة المهاجَر إليها، في عملية تسمى ظاهرة الاستحثاث Induction.

**الاستحثاث**

قبيل عام ١٩٠٠ لاحظ «رو Roux» ـ للمرة الأولى ـ أن تكوين بعض أجزاء الجنين يتم بطريقة ثابتة ومحددة، كما لو كان يسير وفقا لبرنامج جيني صارم، بينما هو في أجزاء أخرى يتأثر وفقا لنوعية الأنسجة المجاورة للأنسجة الجينية... ولقد أدت دراسة الحالة الثانية إلى افتراض أن لبعض الأنسجة الجينية القدرة على «حفز» ما يجاورها من أنسجة على بدء التميز إلى الأعضاء المقررة لها، وقد أطلق على هذه القدرة اسم «الاستحثاث».

وما هي إلا سنوات قليلة حتى تحول هذا الافتراض إلى حقيقة على يد «سبيمان Spemann» بتجربته الرائدة التي أجراها عام ١٩٠١ على تكوين عدسة العين في أجنة بعض الضفادع، والمعروف أن عدسة العين تنشأ من رقعة إكتودرمية، تحتها مباشرة كومة من خلايا ميزودرمية المنشأ، تسمى: «ملحقات العين» لأن باقي أجزاء العين تتكون منها، ولقد قام «سبيمان» بإتلاف هذه الملحقات، فلم تتكون عدسة. ومعنى ذلك أن تلك «الملحقات» هي التي «تستحث» عملية تكوين عدسة العين في تلك الرقعة الإكتودرمية، ولكي يختبر «سبيمان» صحة هذا الاستنتاج، نقل تلك الملحقات وزرعها في عدة أماكن أخرى من جلد الجنين (وهو ـ مثل عدسة العين ـ إكتودرمي المنشأ)... فتكونت عدسة عين في كل رقعة مهما كان بعدها عن الموقع الطبيعي للعين... ثم أجرى عدة تجارب نقل في كل منها رقعة إكتودرمية من مكان مختلف من جلد الجنين وزرعها فوق ملحقات العين (مكان الرقعة المخصصة لتكوين العدسة)... وفي جميع التجارب تكونت عدسة طبيعية. وفي أوقات لاحقة أجرى باحثون آخرون تجارب على أنواع أخرى من الضفادع فكانت النتائج في أكثر الحالات مؤيدة لما توصل إليه سبيمان.

في سلسلة أخرى من التجارب على أجنة الضفادع تابع سبيمان نشأة عضو جنيني آخر هو الأنبوب العصبي، وأثبت أن جزءا مما يسمى «الشفة العليا للمفلجة» هو الذي يستحث بالفعل تكوين الأنبوب العصبي من نقطة منشئه في

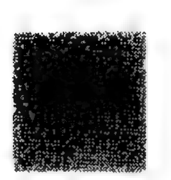
مقدمة سقف المعى الجنيني... ولتفسير هذا افترض «سبيمان» أن تلك «الشفة» فيها «منظم» من نوع ما Organizer، هو المسؤول عن هذا الأثر الاستحثاثي... وعندما نشر هذا البحث (عام ١٩٢٤) دب بين المشتغلين بعلم الأجنة التجريبي نشاط بحثي محموم لاستجلاء كنه ذلك المنظم المزعوم... وقد أفضت التجارب المتتالية إلى تأكيد حقيقة الاستحثاث، بل وإمكان توليده صناعيا بوساطة «منظمات» غير حية (أي مواد كيماوية حتى لو كانت غير عضوية).

وبعد أن توقف «سبيمان» عن تجاربه، توالت بحوث المشتغلين في مجال علم الأجنة التجريبي لإلقاء المزيد من الضوء على كنه تلك المنظمات وطبيعة ظاهرة الاستحثاث، ويستخلص من نتائج تلك البحوث أن المنظم «إشارة كيميائية تصدر من النسيج الحادث يتلقاها النسيج المحثوث فتنشط خلاياه بطريقة معينة. ولقد أفضت هذه البحوث حديثا إلى استخلاص وعزل «بروتين» محدد ذي فاعلية في تنشيط الأنسجة العصبية. ومهما تكن طبيعة تلك الإشارة الكيميائية، فمن المتفق عليه أن دور الاستحثاث يكون أقوى في عمليات التكوين القابل للتنظيم (كما في الفقاريات) منه في عمليات التكوين المحسوم، أي الذي يسير وفقا لبرنامج جيني مقرر سلفا (كما في اللافقاريات الدنيا كالديدان).

وبمرور الوقت تطورت دراسة التفاعلات بين الخلايا وارتباط سلوكها بموقعها من الجسم، فأصبحت تشكل فرعا بيولوجيا حديثا اسمه Topobiology، وتُحلَّل فيه خصائص الأغشية الخلوية تحليلا خاصا بغية استجلاء طريقة عبور الإشارات المستحِثة.

### التلخيص الارتقائي Recapitulation:

يرجع اهتمام الطبيعيين بفكرة التطور إلى مطلع القرن التاسع عشر (قبل ظهور أعمال «دارون» بحوالى نصف قرن)، وكان زعيمهم «ميكل ـ سيريه Meckel- Serrès» يرتب الكائنات الحية، بحسب نصيبها من الرقي التكويني، على درجات ما أسماه «سلم الطبيعة Scala Naturae» (راجع الهيكل التصنيفي للمملكة الحيوانية في نهاية الفصل السابع)... وفي حوالى عام ١٨١٥ أعلن أحد علماء الأجنة ـ وهو «راذكي Rathke» اكتشافه وجود تراكيب خيشومية في أجنة طيور وثدييات، وكان هذا الاكتشاف متوافقا بشكل رائع مع فكرة الارتقاء التي كانت سائدة آنذاك: فالخياشيم من خصائص طائفة الأسماك التي هي أدنى من طائفتي الطيور والثدييات، وإذن



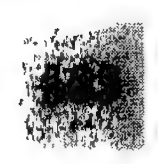
فوجود التراكيب الخيشومية في أجنة هاتين الطائفتين معناه أنها ـ في أثناء تكوينها ـ تمر بأطوار متدرجة في الرقي «تلخص» بها ـ في زمن وجيز ـ تاريخ الارتقاء الطويل بمراحله المناظرة لدرجات الارتقاء التي تحتلها أسلافها على «سلم الطبيعة».

وهكذا ولدت نظرية «التلخيص الارتقائي Recapitulation Theory» (التي يشار إليها أيضا باسم «قانون ميكل ـ سيريه Meckel- Serré,s Law» ومنطوقه هو: «الكائنات المتعضية تعيد ـ في مرحلة الصيرورة ـ الأطوار الفئوية التي مرت بها أسلافها». وعلى الرغم من أن بعض المشاهدات الجنينية قدمت مؤشرا على صدق هذه النظرية ـ على الأقل بالقياس إلى الفكرة التي كانت شائعة آنذاك عن التطور، إلا أنه لا ينبغي أن ننسى أن مفهوم التطور والارتقاء في عصر ما قبل «دارون» كان غير واضح تماما.

مما يذكر أيضا أن «فون بائير»، وهو أحد معاصري «ميكل» (صاحب نظرية التلخيص) قد أقر بصحة التماثل بين بعض الأطوار الجينية للطيور والثدييات وبين ما دونها من حيوانات (بعد اكتمال تكوينها)، وعلى الرغم من ذلك فإنه رفض التأويل التطوري، الذي نادت به نظرية التلخيص، وزعم أن ما يمر به أي كائن في مرحلة الصيرورة إنما هو مجرد أطوار تكوينية (خاصة بنوعه هو) بدأت بسيطة، وهي في سبيلها إلى التكامل والتخصص (وهذا هو مضمون ما سمي آنذاك بـ «قانون فون بائير Von Baer's Law».. وهذا المنظور متفق مع فلسفته الغائية، التي بموجبها لم يكن يقبل أي شيء يمت بصلة إلى نظرية الأصل المشترك: الدارونية.

وعلى الجانب الآخر كان هناك تأييد لنظرية التلخيص تزعمه «إرنست هيكل» الذي تبنى فكرة التناظر بين الأطوار الجنينية المبكرة والمراتب التصنيفية للحيوانات، وما إن نشر «دارون» كتابه في أصل الأنواع حتى بادر «هيكل» بصياغة فكرته في صورة قانون يتماشى مع نظرية التلخيص. وسرعان ما شد إعلانه اهتمام الباحثين في علم الأجنة المقارن، الذين تتابع تأييدهم لصحة ما ذهب إليه «هيكل». وهكذا شهدت نهاية القرن التاسع عشر تحولا ملحوظا لعلم الأجنة نحو الاستدلال بنظرية التلخيص في البحث عن الأسلاف المشتركة لأنواع الحيوانات، تلك الفكرة التي تضمنها كتاب «دارون».

وعلى الرغم من هذه الانتفاضة العلمية القصيرة العمر، كان مجمل آراء علماء الأجنة خلال القرن العشرين يدعو إلى نبذ نظرية التلخيص، وخاصة في جوانبها المتطرفة التي لم تكن تقنعهم وفي مقدمتها ظهور



بعض التراكيب السمكية في أجنة الطيور والثدييات بأنه مرور بأطوار سلفية، ومن هنا انحازوا إلى جانب «فون بائير» في تفسيره المريح بأن التطور الجنيني إنما هو تقدم من البساطة إلى التعقيد ومن التعميم إلى التخصيص. ولكن يبدو أن هؤلاء المؤيدين لم يفطنوا إلى حقيقة واضحة، هي أن التراكيب الخيشومية لا يمكن اعتبارها بأي حال أبسط من الرئات التي تحل محلها في أجنة الطيور والثدييات. وإذن فإن «فون بائير» لم يقدم لنا بقانونه أي تفسير مقنع لنظرية التلخيص، وإنما هو فقط قد نجح في «سحب البساط» من تحت أقدام صاحبها.

### علم الجينات التكويني Developmental Genetics

ولد علم دراسة الجينات Genetics كفرع بيولوجي مستقل قبيل حلول القرن العشرين، وكان رواده يستهدفون جلاء الغموض عن ظاهرة التكوين، وبخاصة العوامل المؤثرة فيها (انظر الصفحات السابقة). ولكن سرعان ما تحول دارسو هذا العلم الحديث عن هذا الهدف، وانصرف معظمهم إلى متابعة انتقال الصفات من الآباء إلى الأبناء (علم الوراثة Heredity الذي كان «مندل» أشهر رواده). ومن ثم تشعب علم دراسة الجينات إلى فرعين متميزين: الأول هو علم انتقال الجينات Transmission Genetics، ويضم كل أعمال «مندل»، والثاني هو علم الفَسْلَجَة الجينية Physiological Genetics (أو ما يسمى علم الجينات التكويني)، والفرع الأخير هو الذي يعنينا في مناقشتنا ظاهرة التكوين.

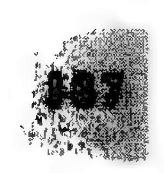
في بداية الأمر شاعت المفاهيم الخاطئة، ولكن هذا الخلط قد زال بفضل إنجازات «مورجان T. H. Morgan» الذي حدد الخط الفاصل بين الاثنين بالتزامه الصارم بتطوير الفرع الأول (الوراثة المندلية). وفي أثناء الفترة ذاتها وضع باحثون آخرون الفرع الثاني (علم الجينات التكويني) في بؤرة اهتمامهم، وكان أول عمل كبير في هذا المجال هو ما نشره «ريتشارد جولد شميت Goldschmidt» في عام ١٩٢٤، ومع ذلك فإن كثيرا من الإنجازات في هذا المجال حتى ذلك الوقت كانت مجرد «تكهنات». وإن كانت الأعمال الرائدة التي نشرها أمثال «وادنجتون Waddington» و«شمالهوزن Schmalhausen» قد رسمت حدود المشاكل الرئيسية التي أصبحت موضوع النشاط البحثي الحديث في هذا الميدان، الذي يمكن القول بأنه لم يبدأ مرحلة النضج إلا بعد بزوغ شمس علم البيولوجيا الجزيئية.

حتى بداية القرن العشرين كان يبدو أن علم «الجينات» قد تجمد على وضعه التقليدي، بأن بقيت الدراسات محصورة في ملاحظة دور الجينات كوحدات «مولدة» للصفات المتوارثة، وهكذا ظل مؤسسو هذا العلم، حتى نهاية ثلاثينيات القرن العشرين، لا يعرفون عن كنه الجينات إلا ما تكشفه لهم الطفرات الوراثية Mutations (وخاصة ذات الآثار المدمرة أو القاتلة). ولهذا كانت حصيلة هذه الدراسات، حتى بداية الأربعينيات، متواضعة جدا، ولا تتجاوز تحديد الجزء الذي تأثر بالطفرة سواء كان عضوا أو نسيجا (أو طبقة جرثومية على أحسن تقدير). ولكننا لا نجحد لهؤلاء الرواد نجاحهم في تحليل ما توصلوا إليه من نتائج تحليلا سليما أفضى إلى استنتاج صحيح، هو أن معظم الطفرات هي نتيجة عجز الكائن ـ في مرحلة الصيرورة ـ عن تكوين «المنتج الجيني» الضروري للتكوين السوي، ولئن كانت هذه التحليلات قد أخفقت في تحديد الطبيعة الكيموحيوية لهذا العجز، إلا أن دراسات تلك المرحلة قد أوضحت حقيقة مهمة، هي أن أي واحد من الجينات لا يمارس نشاطه إلا في نسيج معين، وفي مراحل محددة من عملية التكوين.

على أن هذا الجمود لم يدم طويلا، فبحلول عام ١٩٤٤ دخل علم الجينات التكويني عصرا جديدا، عندما تبين ـ على يدي العالم «إيڤري Avery» ـ أن الحمض النووي «دنا» هو المتحكم في تخليق البروتينات اللازمة لبناء جسم كل كائن حي، وذلك بإصدار «تعليمات» يحدد فيها أنواع وكميات الأحماض الأمينية، وفقا لنوع العضو ـ بل والنسيج ـ الذي ستدخل هذه البروتينات في بنائه (ابتداء من مرحلة الصيرورة الجنينية حتى نهاية الحياة). وقد كان لهذا الاكتشاف الفضل في إزالة بعض الغموض عن ظاهرة التكوين عموما (والجنيني بوجه خاص) على النحو الذي سيتضح من الفقرات التالية.

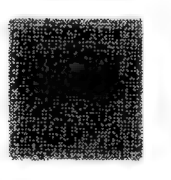
### بصمات علم البيولوجيا الجزيئية

هذا العلم هو الذي كشف عن طبيعة الجينات (التي كان «مِنْدِل» يطلق عليها اسم «العوامل الوراثية»، وظلت تحمل هذا الاسم أكثر من سبعين عاما). والحقيقة أن الجين ليس نوعا من البروتين يدخل بذاته كوحدة بناء في تكوين مادة الخلية، وإنما هو أشبه بـ «عقدة» من شريط الحمض النووي «دنا». ويوجد منه الآلاف على كل كروموسوم، ومن مجموع الجينات في نواة الخلية يتكون



«النمط» الجيني (الجينوتيب Genotype) الذي يرسم برنامج عملية بناء جسم الجنين وفقا للتعليمات الصادرة من البرنامج الوراثي المسجل على شريط جزيء الحمض النووي «دنا»، الذي تعرفوا على مكوناته هو والحمض النووي الآخر «رنا» الذي ينقل هذه التعليمات من النواة إلى السيتوبلازم حيث يتم تنفيذها. وفي خلال ستينيات وسبعينيات القرن العشرين توصل علماء البيولوجيا الجزيئية إلى اكتشاف المزيد من التفاصيل عن الجينات، لعل أهمها من حيث التركيب: التعرف على جزء معين من كل جين أطلقوا عليه اسم «إكسون Exon»، هو الذي يُستنسخ عند انشطار الكرموسومات.

ومن حيث الوظيفة تتميز الجينات إلى جينات بنائية هي المتحكمة في صياغة مادة الخلية، وأخرى تنظيمية هي التي تنسق بين عمل الجينات البنائية، كما أثبتوا أن الجينات لا تعمل طوال الوقت، ولا تعمل جميعا في الموقع نفسه، بل وفقا لما تمليه عليها «آلية للتحكم» توقف عمل أي جين عند اللزوم، ثم تعيد تشغيله في الوقت المناسب والموقع المناسب وفقا لاحتياجات الخلايا. ونتيجة لهذا تختلف مكونات الخلايا (وبخاصة المكونات البروتينية)، وهذه هي نقطة انطلاق عملية التمايز ذات الأهمية الخاصة في تكوين الجنين، وبخاصة في مرحلة الصيرورة. والأمر الذي ينبغي ألا يغيب عن البال، هو أن الجينات لا تعمل فرادى وإنما كمنظومة متكاملة، بل إن هذه المنظومة الجينية لا تعمل بمعزل عن المحيط الخلوي، وإنما هي دائمة التفاعل معه، وفي ظل هذه العلاقة المعقدة كان على دارسي ظاهرة التكوين أن يتعرفوا على جميع الجينات المشاركة في حدوثها، وإلى طبيعة المادة الكيميائية التي ينتجها كل جين كي يتفهموا دوره بالضبط، وأن يقوموا بتحليل دقيق للآلية المنظمة لتوقيت النشاط الجيني. ولقد وضع علماء البيولوجيا التكوينية بالفعل أقدامهم على الطريق الصحيح نحو هذا الهدف في حالات محددة درسوا فيها بعض اللافقاريات ذات التكوين المحدد، وكان أكبر ما أحرزوه من تقدم حصيلة دراستهم الجينية لعملية التكوين الجنيني لإحدى الديدان الخيطية وإحدى الحشرات. فأما الدودة الخيطية واسمها العلمي «كائينوريد ديتس إليجانس Caenorhabdits Elegans»، فقد تمكن العلماء من رسم خريطة جينية لها، حددوا عليها مواقع أكثر من مائة جين بطفراتها التي تربو على الألف، وأكثر من ذلك أنهم تمكنوا من تحديد تتابع القواعد النيتروجينية في

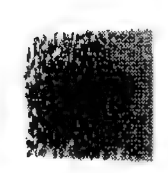


جزيء الحمض النووي DNA لعدد كبير من تلك الجينات، ومن خلال متابعتهم مسارات الخلايا في رحلة التكوين من بداية تفلج الزيجوت، أمكنهم تحديد الخلايا الجنينية التي يتكون منها كل عضو في جسم الدورة البالغة.

وأما الحشرة فهي ذبابة الخل (نوع من ذباب الفاكهة) واسمها العلمي «دروسوفيلا ميلانوجستر Drosophila melanogaster» وهي ـ مثل الدودة الخيطية المذكورة ـ ذات تكوين محدد، ولكنها ـ كمادة تجارب ـ تفضلها من وجوه عدة أولها هو كبر حجم الكروموسومات، وهذا يساعد على دقة الفحص المجهري، واستكشاف المزيد من الجينات وطفراتها التي تعرَّف العلماء على المئات منها، بل وحددوا مواضعها على الكروموسومات «العملاقة» للغدد اللعابية لهذه الذبابة. ولكن الأهم من ذلك هو أن جسمها مُشَدَّف (أي مقسم إلى شُدَف Segments)، ويظل هذا التشدُّف واضحا طوال الطور اليرقي، وقد سَهّل هذا معرفة طبيعة عمل الجينات بتتبع آثارها التي تظهر في شُدْفة أو مجموعة شُدف محددة من مناطق الجسم الثلاث (الرأس والصدر والجذع) .. هذا عن الدراسة الجينية للافقاريات ذات التكوين المحدد.

أما الحيوانات ذات التكوين القابل للتنظيم (وكلها من الفقاريات)، فمن المعروف أن خلاياها الجنينية لا يتحدد مصيرها إلا بعد انقسام الزيجوت أربع مرات (أي في طور المفلجة ذات الست عشرة خلية) أو خمس مرات (طور الـ ٣٢ خلية)، ولهذا لم تتقدم الدراسات التحليلية لجيناتها إلا قليلا، وأقل من القليل بالنسبة للثدييات وعلى رأسها الإنسان، حيث ينحصر الإنجاز في التعرف إلى الطفرات المؤدية إلى تغيرات ضارة تفصح عن وجودها في شكل أمراض وراثية، لم تتحدد مواضعها على الكروموسومات إلا في حالات قليلة محدودة. على أنه من المأمول أن يوصلنا مشروع الجينوم البشري إلى تحديد مواقع باقي الطفرات ولو بعد حين. ونظرا لأن الدراسة الجينية للثدييات (وبخاصة الإنسان) تكتنفها صعوبات ناشئة عن أسلوب تكوينها الجنيني (الذي تزداد فيه ظاهرتا الاستحثاث وهجرة الخلايا)، لذلك فليس أمامنا إلا أن نقنع بالاستنتاجات التعميمية.

إن من أحدث تطورات علم الأجنة الجزيئي وأكثرها إثارة: اكتشاف تجمعات Clusters من الجينات المتشابهة على بعض الكروموسومات في ذبابة «دروسوفيلا»، ثم في حيوانات أخرى متباعدة تصنيفيا (من النيماتودا ـ إلى

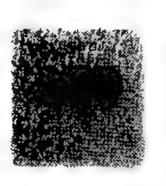


البرمائيات ـ إلى الفئران)، وقد أطلق عليها اسم Hox genes. والأمر الداعي إلى التأمل هو ما لوحظ بين هذه التجميعات الجينية من تناظر على الرغم من اختلاف مراتب رقي الحيوانات الحاملة لها سواء أكانت لا فقاريات (بدءا بمعويات الجوف وانتهاء بشوكيات الجلد، مرورا بالديدان المسطحة فمفصليات الأرجل فالرخويات) أم فقاريات (حيث اكتشفت أربعة تجمعات متناظرة من تلك الجينات التي كثيرا ما يقترن وجودها بوجود جينات تنظيمية)، وقد سجل «سلاك وآخرون Slack et al» هذه الظاهرة في بحث منشور عام ١٩٩٣ أطلق فيه على هذه الجينات اسم «النمط الحيواني Zootype»، زاعما أنها تمثل بقايا النمط الجيني لبعض أسلافها Ancestral Genotype من الحيوانات البعدية Metazoa.

### تقدم علم البيولوجيا التطوري

واحد من الأمور التي بقيت مهملة في الماضي فترة من الوقت، عندما كان الاعتقاد السائد هو أن التطور ما هو إلا تغير في ترددات الجينات، هو دور الطريقة التي تتم بها التغيرات التطورية الكبرى، وكان هذا الإهمال راجعا إلى نقص إدراك معظم المشتغلين بأهمية الدراسات الوراثية ـ آنذاك ـ لجوهر عملية التطور وجذورها الجينية. إلا أن الاعتراف بهذه النقطة قد تزايد في السنوات اللاحقة، وبخاصة بعد أن لاقت النظريات الدارونية حظها من القبول.

ولعلنا نتفق على أن أهم ما تحققه عملية الانتخاب، الطبيعي هو تكوين الفرد في أصلح صورة للبقاء، وهذه الصورة هي في الحقيقة نتاج تفاعلات متبادلة بين جميع جينات الخلايا في جسم هذا الفرد، إضافة إلى تفاعلها مع الوسط الخلوي المحيط بها، وهي تفاعلات تبدأ مع بدء انقسام الزيجوت، ولا تتوقف حتى بعد اكتمال تكوين الفرد البالغ بكل ملامحه المميزة للذكر عن الأنثى، ولكليهما عن أفراد أي نوع حيواني آخر، ومعنى ذلك ببساطة، هو أن تلك التفاعلات المذكورة تعمل على منع أي انحراف في عملية التكوين عن الخط المؤدي إلى تكامل كيان الفرد بكل خصائص جنسه ونوعه وشقه التناسلي.



وهذا المنع هو في جوهره أحد العوامل المقيدة لعملية التطور داخل إطار الانتخاب الطبيعي، ودراسة هذه القيود أصبحت مجالا رئيسيا من علم بيولوجيا التطور في صورته الحديثة (انظر الفصل التاسع).

وعودا على بدء نذكر أن الجينات المختلفة تمارس نشاطها في مراحل مختلفة من التكوين الجنيني، ولقد ظل علماء البيولوجيا التطورية وقتا طويلا يعتقدون أن الجينات التي تبدأ نشاطها قرب نهاية عملية التكوين تمثل أحدث ما اكتسبه النوع في تاريخ التطور الارتقائي، وأن الجينات التي تمارس نشاطها في باكورة التكوين إنما تمثل أقدم ما اكتسبه في بدء التطور، وعلى هذا الأساس، فإن أي تغير في بنية أحد الجينات الحديثة لن ينتج عنه إلا تغيرات بسيطة في الشكل الخارجي للفرد (كالاختلاف في درجة وضوح الفروق المميزة ظاهريا بين الذكر والأنثى)، وبالمقابل يصح الاعتقاد بأن أي تغير في بنية أي من الجينات القديمة يمثل طفرة من شأنها أن تؤدي إلى تغيير جوهري في عملية التكوين برمتها، أي إلى تشوهات خلقية وراثية.

ولقد أثيرت اعتراضات كثيرة ضد التأويل الحرفي لهذا المفهوم، ومع ذلك فهناك شواهد عديدة تزيد احتمالات صحته من حيث المبدأ، ومن هذا المنطلق تتضح صلاحيته لتفسير كثير من الظواهر التطورية، منها على سبيل المثال هذا الثراء التكويني في الأنماط الحيوانية خلال العصر الكمبري Cambrian، على الرغم من أن النمط الجيني للبعديات Metazona Genotype كان آنذاك لا يزال وليدا. ويتضح حجم هذا الثراء التكويني عند مقارنته بما شهدته العصور اللاحقة من استقرار نسبي في الأنماط التكوينية. كما أن هذا المفهوم لتتابع عمل الجينات يفسر الأسباب التي بموجبها كثيرا ما يؤدي التغير في وظيفة عضو معين عبر مسيرة التطور إلى استحداث ملامح تطورية غير مسبوقة (بل وغيرمتوقعة) من دون تغير كبير في النمط الجيني.

إن كيان كل فرد يستجيب لعملية الاصطفاء الطبيعي كمنظومة تطورية متكاملة، واستيعاب هذه الحقيقة يعيننا على تفسير اثنتين من الظواهر التي طالما حيرت علماء التطور، الظاهرة الأولى هي وجود بقايا بعض الأعضاء السلفية في أنواع (أرقى من تلك التي كانت تستخدم هذه الأعضاء وظيفيا) على الرغم من انتهاء الحاجة إليها. تفسير ذلك هو سعة

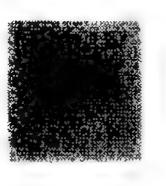
مجال فاعلية معظم الجينات في تكوين الصفات المظهرية (بمعنى مسؤولية الجين الواحد عن تكوين أكثر من صفة)، فإذا انتفت ضرورة إحدى هذه الصفات في عملية الانتخاب الطبيعي، فإنها لا تختفي ما دام للجين المولد لها وظائف أخرى، وإنما هي تبقى في صورة مختزلة (أي كعضو أثري)... أما الظاهرة التطورية الثانية هي التلخيص الارتقائي Recapitulation.

### التلخيص الارتقائي من منظور جديد

لقد وضعت نظرية «ميكل ـ سيريه» في التلخيص الارتقائي في وقت كان يحكم المفاهيم فيه اتجاه يمكن وصفه «بالمورفولوجية المثالية»، وفي ظل تلك المفاهيم أسيء فهم تلك الظاهرة التطورية المهمة. والحقيقة هي أن أنصار تلك النظرية ـ وفي مقدمتهم «هيكل» ـ كانوا يعلمون تماما أنه لا أجنة الطيور ولا أجنة الثدييات تمر بطور يمكن اعتباره مطابقا للسمكة لمجرد أن له أقواسا خيشومية .. ومن ثم فهم لم يزعمو وجود أي تطابق بين بعض الأطوار الجنينية لأي طائر أو حيوان ثديي وبين الطور البالغ للبرمائيات أو الأسماك (كما افترى عليهم معارضوهم). ولكن الأقرب إلى الدقة، أن أنصار النظرية قد أعلنوا أن الأطوار الجنينية إنما تمثل أنماطا اكتمل عندها التكوين الجنيني لحيوانات سبقتها إلى الوجود، أي أنها أدنى منها على سلم الرقي.

ولتقييم نظرية التلخيص الارتقائي، ينبغي أن نقدم لها تفسيرا يقبله البيولوجيون المحدثون، ومن أجل هذا يجب أن نتفق أولا على حقيقة أثبتها علم الأجنة المقارن هي وجود تشابه فعلي بين الأطوار التي لم يكتمل تكوينها لبعض الحيوانات وبين الأنماط السلفية المكتملة التكوين. وهذا هو جوهر ظاهرة التلخيص الارتقائي، ومن هذا المنطلق نتساءل عن سبب حدوث هذه الظاهرة التي تبدو كأنها «تخليد لذكرى الأسلاف». ويكون معذورا من يتساءل: لماذا لا تتكون منطقة العنق في أي حيوان ثديي تكوينا مباشرا، بدلا من الدوران في هذا الطريق المار بمرحلة تكوين الأقواس الخيشومية؟...

الجواب هو أن عملية تكوين الملامح النهائية ليست خاضعة خضوعا كليا وصارما للبرنامج الجيني وحده، وإنما يشترك في توجيهها ما يجري من تفاعلات بين المنظومة الجينية للخلايا، التي سيتكون منها عضو معين وبين



الوسط الخلوي المحيط بها في أثناء عملية تكوينه، وفي بحث نشره المؤلف عام ١٩٩٤ أطلق على هذا العنصر المشارك اسما مبتكرا هو «البرنامج البدني Somatic Program» (على غرار البرنامج الجيني)، وقال إن عملية تكوين الأقواس الخيشومية في أجنة الطيور والثدييات هي «البرنامج البدني» الممهد لتكوين منطقة العنق التي تتم وفقا للبرنامج الجيني. وعلى الرغم من حداثة مصطلح «البرنامج البدني»، إلا أن التأويل الذي يقدمه لظاهرة التلخيص الارتقائي لا يعتبر جديدا، فمنذ أكثر من مائة سنة تسود فكرة أن أي تطور تكويني محكوم جزئيا بما سبقه من أطوار، وهكذا يزول الغموض عن ظاهرة التلخيص الارتقائي ما دمنا سنحررها من الارتباط بفكرة المورفولوجيا المثالية التي كانت سائدة وقت إعلان النظرية.

وعلى الرغم من تعدد أوجه الخلاف بين الكائنات المتعضية على اختلاف انتماءاتها ومراتبها من حيث موضعها بين البساطة والتعقيد؛ فإن التكوين الجنيني المبكر للحيوانات - ممثلا في طور الجاسترولة (مرحلة تكوين الطبقات الجرثومية) - يكشف عما بينها من تشابه عظيم يشمل جميع طوائفها؛ حتى أنني لا أستطيع بحال من الأحوال كبت شعوري بأن هذا الطور قد يمثل إعادة لحالة سلفية تعبيرا عن ظاهرة التلخيص الارتقائي.

### كيف تحدث النقلات التطورية؟

التطور تغير ثابت متوارث في بعض خصائص الكائن الحي ينقله من دائرة النوع الذي ينتمي إليه؛ ويعمل الانتخاب باستمرار على فناء الأفراد التي لا يساعدها هذا التغير على التعايش مع الظروف البيئية، وبهذا يسري قانون «البقاء للأصلح» ويتحقق الارتقاء، ويدلنا السجل الجيولوجي (توزيع الأحافير في مختلف طبقات الأرض المعروفة العمر) على أن التطور عملية قديمة، وأنه يتم على نقلات تصاعدية مختلفة الضخامة تفصل بينها آلاف السنين، وعلى قدر حجم النقلة التطورية يحدد التصنيفيون المجموعة التي يندرج تحتها الكائن الناتج عن التطور (بدءا بالنوع Species وانتهاء بالشعبة Phylum).

وفي ضوء علم الجينات التطوري Evolutuonary Genetics تحدث النقلة التطورية Evoltutionary Advance نتيجة لتغير في بنية النمط الجيني Restructuring of Genotype، يفصح عن نفسه في صورة خصائص جديدة تميز

أفراد النوع الناشئ (ويسميه علماء التطور: «النوع المؤسس Founder Species)، وبتكرار التزاوج الناجح بينها تتكاثر جيلا بعد جيل، إلى أن تتكون من هذا النوع «عشيرة مؤسِّسة Founder Population، ومن الطبيعي أن تنتقل أفراد هذه العشيرة من مكان نشأتها إلى مناطق جديدة فتتعدد عشائر النوع، ويتسع توزيعها الجغرافي بتعدد المناطق التي تغزوها ... ويستمر الوضع على هذا المنوال مئات وربما آلاف السنين إلى أن تحدث نقلة تطورية جديدة تؤدي إلى نشأة نوع مؤسس جديد.

وهنا يثور سؤال: هل يكون النوع أكثر تقبلا للنقلة التطورية في بداية تكوينه (أي وهو نوع مؤسس) أم بعد تعدد عشائره واتساع توزيعه الجغرافي؟ لقد تناقضت آراء التطوريين حول هذه القضية، ونبدأ بالرأي الذي أعلنه «فيشر» و «هلدين» Fisher & Haldane في ثلاثينيات القرن العشرين، ومضمونه أن معدل التغير التطوري يتناسب طرديا مع حجم التباين الجيني Genetic Varience؛ وحيث إن لكل فرد توليفته الجينية الخاصة به، إذن فالتباين الجيني يزداد بازدياد عدد الأفراد، وبناء على نظرية «فيشر ـ هلدين» تزداد احتمالات حدوث النقلات التطورية كلما مضى على نشأة النوع المؤسس زمن أطول، وبخاصة بعد أن تتعدد عشائره، ومن ثم يصبح أكثر قابلية للتطور، على أن كل البحوث اللاحقة لإعلان هذه النظرية قد فندتها بقوة؛ وفي رأيي أنه كلما كثرت عشائر النوع، زادت الحاجة إلى مزيد من الوقت اللازم لأي طفرة أو توليفة وراثية جديدة لكي تنتشر في عشائره بكل أفرادها، وتكتسب الفاعلية في إحداث النقلة التطورية، ومن ثم فإن التطور في هذه الأنواع يكون أقل حدوثا منه في الأنواع المؤسسة، حيث تكون قلة عدد الأفراد (وعدم تعدد العشائر) عاملا على سهولة تحول التركيبة الجينية من نمط إلى آخر، وبالتالي على سرعة حدوث النقلة التطورية.

وانطلاقا من هذا المنظور، قدمت في عام ١٩٥٤ رأيا مضادا تماما لنظرية «فيشر ـ هلدين»، مؤيدا رأيه بما لاحظه من أن معظم التغيرات التطورية السريعة إنما حدثت وتحدث بين أفراد العشائر القليلة العدد والمعزولة جغرافيا في أطراف المعمورة؛ أي التي يمكن وصفها بحق بأنها «عشائر تأسيسية»، بعكس ما هو معروف عن الأنواع الكثيرة العشائر من «استقرار تطوري». ولقد لاقت وجهة النظر هذه قبولا وتأييدا من «الدرج

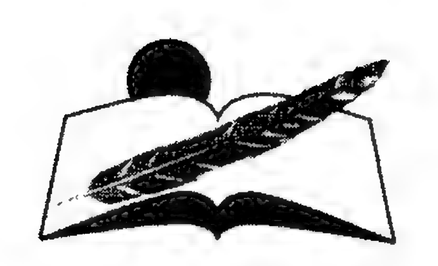
وجولد Elderidge & Gold» اللذين أعلنا في عام ١٩٧٢: أن الاستقرار التطوري لمثل هذه الأنواع قد يدوم لعدة ملايين من السنين، وقد أكدت البحوث اللاحقة صحة هذا بالنسبة لأنواع كثيرة. وهكذا كانت الغلبة لهذا الرأي على الرغم من عجزه عن توضيح السبب في اختلاف درجة ثبات النمط الجيني من نوع إلى آخر، وبالتالي في اختلاف الأنواع من حيث درجة قابليتها للتغيرات الكبرى (وبالتالي سرعة استجابتها للتطور).

ولتوضيح ذلك أود أن ألفت نظر القارئ إلى أن النمط الجيني لأي نوع قد صيغ على أقصى درجات الخصوصية والحبكة حتى يضمن له الحفاظ على خصائصه المميزة. وكثيرا مايتحدث البيولوجيون عن هذه الحبكة على أنها «جمود» معوق لعملية التطور ... غير أن التطوريين يعتبرون أن قضيتهم الأولى هي فهم الكيفية التي بُنيت بها الأنماط الجينية على هذه الدرجة من الخصوصية والحبكة، والتي يمكن أن يتم بها «كسر» ما يصفه البيولوجيون بالجمود لإفساح الطريق أمام النقلات التطورية... إلا أن الطريق أمامهم لا يزال طويلا، فيما يبدو، لأن ما ينشدون تفسيره ما زال لغزا محيرا حتى يومنا هذا.

إن عجز البيولوجيين عن كشف الغموض عن ظاهرة التطور، إنما يرجع إلى اقتصارهم على مشاهدات معملية للتكوين الجنيني لنماذج محددة مثل الفروج والضفدع، وتحليل المعلومات المتحصل عليها من تلك الدراسات التي أجريت في ظروف مقيدة، وأنهم في هذا التحليل يقفزون مباشرة من النمط المظهري إلى النمط الجيني، ولهذا فقد أخفقوا حتى وقت حديث جدا، في أن يضعوا أيديهم على المسؤول المباشر عن بدء معظم الأحداث التطورية الكبرى ألا وهو التباين الجغرافي؛ ولقد كان هذا الإخفاق متوقعا، لأن تجاربهم كانت تنقصها أهم العوامل المتوافرة في الطبيعة، ومن ثم كانت حصيلة المعلومات المتاحة لهم لا تصلح على الإطلاق أساسا لاستنتاجات سليمة، يمكن الاعتماد عليها في تفسير التغيرات التطورية الكبرى التي يستغرق حدوثها في الطبيعة آلاف السنين، تتعرض خلالها لعوامل كثيرة منها اختلاف الظروف الجوية (نتيجة للتوسع الجغرافي للعشائر)، وحرية التزاوج بين السلالات المختلفة مع استمرار تأثير الانتخاب الطبيعي. والسبيل الوحيد للاقتراب من تفسير هذه الظاهرة هو مقارنة التغيرات التي تتم في الأنواع المتقاربة بتلك التي تحدث بين الأنواع المتباعدة

تصنيفيا وجغرافيا. وبهذا يمكنهم تحديد نوعية التغيرات ذات الأهمية التطورية وإلقاء الضوء على كيفية حدوثها بربطها بالظروف التي سادت في فترة التطور.

إن اختلاف وجهات النظر في تفسير ظواهر الحياة سمة مميزة لعلم البيولوجيا، وهي أشد وضوحا في مجال البيولوجيا التطورية، حيث يلزم تحليل كل ظاهرة وردها إلى أصولها، وتحديد دور كل جين في إتمام ما يخصه من العمليات التكوينية موضع التحليل، وما يصاحب ذلك من تفاعلات كيموحيوية تفصح عن نفسها في صورة عمليات فسيولوجية ... ومع كل ذلك، ينبغي ألا نغفل دور الكائن الحي كوحدة متكاملة في توجيه ما يتم بين الجينات (أو بين الأنسجة) من تفاعلات. ولقد سبق أن شرحنا أن لكل ظاهرة حياتية أسبابا قريبة مباشرة (تجيب عن أسئلة الكيفية) وأسبابا بعيدة جذرية (تجيب عن أسئلة السببية)، وتطبيقا لذلك على العمليات التطورية، يمكن القول إن فك شفرة البرنامج الجيني يمثل الأسباب القريبة، بينما تفريغ محتويات هذا البرنامج إنما يعبر عن التغيرات التطورية التي هي الأسباب البعيدة لظاهرة التطور. إن هذا الثراء في العوامل والأسباب هو سر ما يتميز به عالم الأحياء من جمال ساحر.



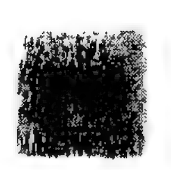
# ٩ أسئلة السببية: تطور الكائنات المتعضية

منذ العصور الوسطى حتى عصر «دارون»، كان الاعتقاد السائد أن العالم حديث وثابت (بمعنى أنه وجد منذ مدة قصيرة وعلى الهيئة التي نراها الآن)، إلا أن هذا الاعتقاد كان قد بدأ يتزعزع مع ميلاد الثورة الكوبرنيكية «Copernican Revolution»، ثم بدأ يتراجع أمام ما قدمه الجيولوجيون من أدلة على قدم عمر الأرض. وما اكتشف من أحافير حيوانات انقرضت منذ عصور سحيقة، وتدل هيئتها على أن الحياة بدأت في صورة تختلف كثيرا عما هي عليه الآن.

وعلى الرغم مما قدمه العلم بعد ذلك من شواهد على خطأ الاعتقاد بثبات العالم وحداثته (وكانت أقوى هذه الشواهد نظرية «لامارك» في التغير التدريجي) فإن تلك النظرة الخاطئة ظلت سائدة حتى عام ١٨٥٩، ليس فقط بين عامة الناس بل أيضا بين كثير من الطبيعيين والفلاسفة، ومن هنا كان الرأي العام في حاجة إلى تهيئة لقبول المذهب التطوري Evolutionism الذي يقدم لنا الصورة الصحيحة للعالم التي من أهم سماتها: عمق الجذور التاريخية واستمرارية التغير.

«لم تعد هناك حاجة إلى إثبات التطور».

**المؤلف**

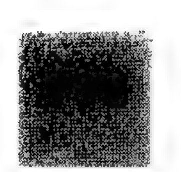


**«التطور»: مصطلح متعدد المعاني**

كان «تشارلز بونيت Charles Bonnet»، (صاحب نظرية التشكل القبْلي Preformation) هو أول من أدخل كلمة التطور Evolution إلى ميدان العلم للتعبير عما كان معتقدا آنذاك، وهوأن الجنين يتكون من أنموذج مصغر «معلب» في النطفة (انظر الفصل الثامن). ولكن هذا المفهوم الضيق لم يعد له وجود في مجال البيولوجيا التطورية، وإنما أصبحت الكلمة تستخدم للتعبير عن ثلاثة من جوانب دراسة تاريخ الحياة على الأرض وهي:

١ ـ التطور الانتقائي Transmissional Evolution: ويقصد به النشأة الفجائية لفرد ذي نمط جديد من خلال فقرة وراثية ناتجة عن طفرة كبرى، وهذا الفرد الجديد يصبح الجد الأعلى لنوع جديد. وهذه فكرة إغريقية قديمة نقلها إلى مجال البيولوجيا «موبرتيوس Maupertius» في عام ١٧٥٠. وعلى الرغم من عدم انسجامها مع مفهوم التطور إلا أنها لاقت قبول كثير من التطوريين على امتداد مائة عام حتى تبناها أحد أصدقاء «دارون» (وهو «هكسلي T.H.Huxley» الذي كان يرفض فكرة الانتخاب الطبيعي).

٢ ـ التطور التحولي Transformational Evolution: ويقصد به التغير التدريجي الذي قد لا يكون ملحوظا، ولكنه في النهاية يؤدي إلى تحول واضح في المعالم (كالذي يحدث للجبال بفعل عوامل التعرية)، وهو غير مقتصر على الكائنات الحية وإنما يعتري أيضا كل الجمادات حتى خارج كوكب الأرض (تحول النجوم مثلا) ... إلا أن أبسط مثال له في عالم الأحياء هو تكوين الجنين من الخلية البيضية، وعلى مستوى الأحياء عامة، ظهرت أول نظرية ذات طابع تحولي قبيل عصر «دارون» على يد الفرنسي «لامارك» الذي أطلق اسم التطور التحولي على ظاهرة النشوء الذاتي للنقعيات infusorian، ثم تحولها تدريجيا إلى نوع من الأحياء أرقى منها، وقد أدرج «لامارك» نظريته هذه في كتابه «فلسفة علم الحيوان Philosopie Zoologique» الصادر عام ١٨٠٩، فلاقت ذيوعا واسعا، ولكنها ما لبثت أن نالها الكثير من التبديل في كثير من أنحاء العالم، حيث حلت نظرية «دارون» محل معظم أجزائها.



٣ ـ التطور التبايني Variational Evolution: وهو مضمون نظرية «دارون» في التطور من خلال الانتخاب الطبيعي، وبموجبها لا يبقى من الأعداد الهائلة التي حدث في جيناتها تغير متوارث إلا أفراد قليلة ذات أنماط جينية تؤهلها للتكيف مع الظروف، وتلك الأفراد هي التي تتناسل وينتج من ذريتها نسل يمكن وصفه بأنه أصبح «مطورا»، بمعنى أنه قد حلت به سلسلة تغيرات متوارثة كمحصلة لعوامل ثلاثة هي: حجم التغيرات الجينية السلفية ونوعيتها، والانتخاب الذي أدى إلى بقاء الأصلح، ثم التنافس الذي أدى إلى استمرار بقاء الأقوى.

وتدل مذكرات «دارون» (وهي أول ما كتبه في التطور) على أنه كان مدركا لوجود الزمان والمكان كائنين من أبعاد التحول المؤدي إلى التطور، فأما البعد الزماني فهو حدوث التغيرات التي يكتسب بها أفراد النوع خصائص جديدة تحقق لها التواؤم مع الظروف الطارئة، فيمتد بذلك بقاء النوع عبر الزمان. ولكن هذا وحده لا يفسر ما تتسم به الأحياء من تنوع لا يمكن أن يتحقق بهذا الثراء غير العادي إلا بفعل العامل الثاني من التطور (البعد المكاني)، وهو يبدأ بتعدد عشائر النوع واستقلال كل عشيرة بمنطقة جغرافية جديدة يتأقلم فيها أفرادها إلى أن تتحول إلى نوع جديد (مختلف عن نوع العشيرة الأم، بل وعن الأنواع الناتجة من العشائر البنوية الأخرى)... وبتكرار ذلك تزداد ضخامة التغيرات مع اتساع رقعة التوزيع الجغرافي، مما يستلزم إلحاق الأنواع المستجدة بمجموعات تصنيفية أكبر فأكبر. هذا عن التطور كما صوره «دارون» في مذكراته.

أما «لامارك» وهو صاحب نظرية التوالد الذاتي الذي تراجعت أمام التطورية الداروينية ـ لم يكن لديه ما يقال عن البعد المكاني (الجغرافي) للتطور... بل يبدو أن التساؤل عن أصل الأنواع وكيفية تعددها لم يكن قد خطر في باله أصلا. والحقيقة أن أهمية البعد المكاني لعملية التطور قد ظلت مجهولة القدر إلى ما بعد نشر كتاب «أصل الأنواع» بأكثر من ستين عاما، ولكن بحلول الثلث الثاني من القرن العشرين تأكدت هذه الأهمية في ضوء الأعمال العلمية المشتركة لمؤلف هذا الكتاب مع دوبزانسكي Dobzhansky التي أبرزت دور البعد المكاني (تضافر الزمان والمكان بالتساوي) في إتمام عملية التطور، ونشأة التباين بين أنواع الكائنات المتعضية، وهي من القضايا المهمة في مجال البيولوجيا التطورية.



وبمضي الوقت لم يعد مصطلح التطور يستعمل إلا للدلالة على النوع الأخير (التطور التبايني) الذي يشكل المحور الرئيسي لمادة كتاب «أصل الأنواع»، وفيه طرح «دارون» خمس نظريات رئيسية تعالج مختلف جوانب العملية التطورية وهي: نظرية التطور في حد ذاته، ونظرية الأصل المشترك، ونظرية التنوع، ونظرية التغير التدريجي، ونظرية الانتخاب الطبيعي.

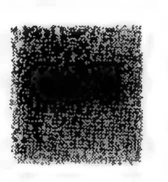
**١ - نظرية «دارون» عن التطور في حد ذاته**

في كتاب «أصل الأنواع» قدم «دارون» العديد من الشواهد المؤيدة لفكرة استمرار تطور الحياة عبر الزمان. وفي العقود التالية لنشر هذا الكتاب اكتشف البيولوجيون مزيدا من الشواهد الدالة على أن هذا التطور قد حدث بالفعل، ولمدة قرن وربع قرن بعد «دارون» لم تعد هناك حاجة إلى إثبات التطور، فقد أنتهى الحديث عنه كنظرية لأنه أصبح حقيقة راسخة رسوخ حقيقة كروية الأرض ودورانها حول الشمس، حتى أن «دوبزانسكي» قال عنه: «لا شيء في علم البيولوجيا يمكن أن يكون له معنى إلا في ضوء التطور»... ومع ذلك قد يجد المرء نفسه مضطرا إلى إعادة ذكر بعض الأدلة القوية التي تجمعت خلال المائة والثلاثين عاما الفائتة للرد على المعارضين.

**أصل الحياة**

أول نقاط التفنيد التي وجهها معارضو «دارون» في بداية إعلانه نظريته في التطور العضوي هي أنه - وإن كان قد نجح في تفسير اشتقاق بعض أنواع الكائنات من بعضها الآخر - إلا أنه قد أخفق في أن يفسر نشأة الحياة نفسها من المواد غير الحية. ولقد أجرى «باستر» وآخرون بحوثا أثبتت استحالة حدوث التكون الذاتي Spontaneous Generation، أي تحول المادة غير الحية إلى كيان فيه حياة ولو في وسط غني بالأوكسجين الحر، وكانت نتائج تلك البحوث أقوى دليل على أن مجرد توافر أسباب الحياة في المادة غير الحية لا يكفي لخلق كائن حي، بل يتحتم لإتمام هذا العمل وجود قوة أعلى من الطبيعة Supernatural هي: «الخالق Creator».

وبالنسبة لنشأة الحياة على الأرض استدل العلماء أخيرا على أن غلافها الجوي آنذاك كان خاليا (أو شبه خال) من عنصر الأوكسجين، ومعنى ذلك أن هذا العنصر (في صورته الحرة) ليس ضروريا لتكوين المادة الحية، وفي عام ١٩٥٣ تمكن الباحث «ستانلي ميلر Stanley Miller» من تخليق مركبات عضوية (البولينا Urea



وبعض الأحماض الأمينية) بإحداث تفريغ كهربائي في قارورة تحتوي على خليط من غازات النشادر والميثان والهيدروجين وبخار الماء، ولقد أجريت أخيرا تحاليل لمادة النيازك التي تسقط على الأرض ولعينات من السديم (المادة المنتشرة في الفضاء بين النجوم)، فاكتشفت فيها جزيئات مواد عضوية مماثلة لتلك التي نجح «ستانلي ميلر» في تركيبها صناعيا من مواد ليس فيها أوكسجين حر.

ولكن العلماء لم يحققوا أي تقدم نحو تخليق مركبات عضوية أكثر تعقيدا من الأحماض الأمينية أو البواينا (والمقصود هنا هو جزيء البروتين وجزيء الحمض النووي اللذان هما أبسط مكونات المادة الحية)، أي أن الكيفية التي نشأت بها الحياة ما زالت مجهولة، ويزيد الأمر غموضا عدم وجود أحافير يمكن أن يدلنا تحليلها الكيميائي على خطوات ظهور الحياة والأحياء على الأرض ... ولهذا لجأ العلماء إلى وضع عدد من الفروض (النظريات البدائية) لإزالة الغموض عن هذا السر ... وكلها لا يقدم إجابة شافية عن مرحلة ما قبل الحياة Prebiotic Stage، وأقصى ما توصلنا إليه هو متابعة تسلسل ظهور الكائنات الحية (وليس نشأة الحياة) على الأرض ... وأقرب هذه الفروض إلى المنطق هو أن أول صور الحياة ظهورا كان كائنات بدائية بسيطة التركيب، ولكنها «قادرة» على تحويل المركبات العضوية (التي تكونت - بطريقة ما - في الوسط المحيط بالأرض قبل نشأة الحياة فيها) إلى جزيئات عملاقة Macromolecules مثل جزيء البروتين وجزيء الحمض النووي، والمعروف أن البروتينات هي المكونات الأساسية للبروتوبلازم (مادة الخلية التي هي وحدة بناء أي كائن حي)، وأن الحمضين النوويين دنا ورنا هما باعثا مظاهر الحياة في البروتوبلازم، أي أنهما قنطرة العبور إلى الحياة.

وعلى الرغم من أن نشأة الحياة تمثل قضية بالغة التعقيد، فإن التقدم العلمي خفف من الغموض الذي كان يكتنف أسرارها في أزمنة مضت (ما بعد عصر دارون) ... والأمل معقود على إمكان تسليط المزيد من الضوء على نشوء الحياة من مواد غير حية في ضوء القوانين الكيميائية والفيزيائية والكيموحيوية.

### ٢ ـ نظرية «دارون» في الأصل المشترك

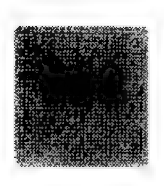
في الرحلة الاستكشافية التي قام بها «دارون» في ثلاثينيات القرن التاسع عشر، شاهد نوعا فريدا من الطيور المقلدة Mocking Birds في أرض قارة «أمريكا الجنوبية» وثلاثة أنواع من تلك المجموعة من الطيور على جزر



«جالاباجوس» بالمحيط الهادي على مسافة كبيرة من الساحل الغربي الشمالي لتلك القارة. ولقد سيطر على «دارون» التفكير في سر التشابه بين هذه الأنواع الثلاثة والنوع الأول على الرغم من الحاجز المائي الكبير بين مواطنها، ثم استقر رأيه على افتراض أنها مشتقة منه، بمعنى أن النوع الواحد يمكن أن تتحدر منه أنواع متعددة. وكانت هذه الفكرة مجرد خطوة أولى صغيرة على الطريق المؤدي إلى نظرية الأصل المشترك، التي بموجبها تتصل حلقات تسلسل جميع أنواع الكائنات الحية من «نمط» سلفي واحد، ولكن ليس على مسار ذلك السلم التدريجي Scala Naturae الذي اقترحه من فكروا في التطور قبل «دارون»، وإنما على طريقة أشبه بانبثاق الفريعات من فروع والفروع من شعب والشعب من جذع دوحة كبيرة تسمى شجرة الانتماء «Phylogenetic tree».

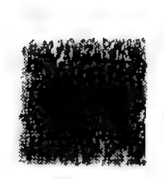
ونظرية «دارون» في الأصل المشترك تعتبر تقدمية، ليس لمجرد أنها توضح المسار الصحيح لعملية التطور، ولكن أيضا لأنها تمدنا بتفسيرات للعديد من الظواهر البيولوجية التي بقيت مستعصية على الفهم حتى وقت إعلان النظرية، وأولى هذه الظواهر هي ما توصل إليه علماء التشريح المقارن (وبخاصة كوفيير Cuvier و أون Owen) من أن الأعضاء المتناظرة (للحيوانات المتقاربة تصنيفيا) مركبة وفقا لخطة معمارية Bauplan ، بحيث يمكن ردها في كل مجموعة إلى نمط سلفي مشترك ومحدد Archeotype، والظاهرة الثانية التي أصبح تفسيرها ميسورا في ظل نظرية الأصل المشترك هي التصنيف التصاعدي للكائنات المتعضية (نباتات وحيوانات)، ذلك الذي وضع هيكله «لينيوس» وكان ينسب إليه تحت اسم: Linnaean Hierarchy، والظاهرة الثالثة التي فسرتها نظرية داروين تفسيرا مقنعا للغاية هي هذا الطراز البديع للتوزيع الجغرافي للكائنات الحية، الذي لم يكن ليتحقق إلا عن طريق انتشارها تدريجيا في مختلف قارات الأرض، وتكيفها في مواطنها الجديدة.

وبفضل هذه القدرات الإيضاحية غير العادية لفكرة الأصل المشترك، أصبحت هي العمود الفقري للفكر التطوري الداروني الذي لاقى قبولا من أغلب البيولوجيين طوال السنوات العشر التالية لنشر كتاب «أصل الأنواع»، نظرا لما كشفت عنه الدراسات المقارنة في مجالات التشريح وعلم الأجنة، والتصنيف والجغرافيا الحيوية من جوانب صحة فكرة التطور من خلال الأصل المشترك لكل أنواع الكائنات المتعضية حيوانات كانت أم نباتات.



وفي وقت لاحق واجهت هذه النظرية اعتراضات، وخاصة من أولئك الذين يقيمون جدارا فاصلا بين مملكتي النبات والحيوان، وكانت حجتهم القوية هي الاختلاف الواضح بين النبات والحيوان. فالنبات ينفرد بالقدرة على بناء غذائه من عناصر غير عضوية، والحيوان في المقابل ينفرد بالقدرة على الحركة الانتقالية الموجهة، ولكن مع حلول القرن العشرين اكتشفت مملكة ثالثة هي مملكة البروتستا Protista، وكل الكائنات المنتمية إليها تجمع بين خصائص نباتية وأخرى حيوانية (راجع الفصل السابع) .. وكان هذا الاكتشاف دليلا جديدا مؤيدا لنظرية الأصل المشترك، وبالتقدم المطرد للعلوم البيولوجية في هذا القرن، استحدث علم البيولوجيا الجزيئية، الذي عن طريقه اكتشف البرنامج الجيني في جميع الكائنات حقيقيات النوى Eukaryotes (مهما كان انتماؤها إلى مملكة النبات أو مملكة الحيوانات أو مملكة البروتستا)، وسواء أكانت وحيدة الخلية أم عديدة الخلايا (على اختلاف درجة تعضي أجسامها). ثم ما لبث علماء البيولوجيا الجزيئية أن اكتشفوا وجود هذا البرنامج الجيني أيضا بدائيات النوى Prokaryotes (عالم البكتيريا)... وكان هذا الاكتشاف بمنزلة درة التاج الذي وضع على رأس نظرية «دارون» في الأصل المشترك.

وكما شرحنا في الفصل السابع، كان لنظرية الأصل المشترك أثرها الفاعل في تطوير علم التصنيف، ونقل الاهتمام من دائرة الصفات الشكلية إلى دائرة تتبع عراقة المنشأ كأساس لتحديد وضع مختلف المجموعات التصنيفية في شجرة الانتماء، وما أدت إليه هذه النقلة من تنشيط للبحث العلمي أدى إلى اكتشاف إحدى الحلقات التطورية المفقودة، ممثلة في ذلك الكائن الذي يجمع بين صفات الزواحف وصفات الطيور واسمه العلمي «أركيوبتيركس Archaeopteryx (الذي عثر على أحفورته في عام ١٨٦١) وكان شاهدا على صحة نظرية الأصل المشترك (ولو أنه ليس بالضرورة هو السلف المشترك لهما، وإنما يكفي أن يكون العمر البيولوجي للأحفورة مسجلا لتاريخ حدوث الطور الانتقالي بين هاتين الطائفتين). وبالإضافة إلى التشريح المقارن والتصنيف يعتبر علم الأجنة المقارن مصدرا مهما للشواهد المؤيدة لنظرية الأصل المشترك، ولبيان ذلك نحيل القارئ إلى ما ورد في الفصل الثامن عن ظاهرة التلخيص الارتقائي Recapitulation.



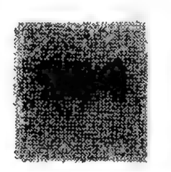
وهكذا حان الوقت المناسب لتصميم شجرة انتماء متكاملة للحيوانات، أما النباتات، فإن العلماء منهمكون حاليا في عمل مثل هذه الشجرة للاهتداء إلى الأصول المشتركة لمختلف المجموعات التصنيفية، مستعينين في ذلك بالشواهد التي توفرها لهم الفحوص الجزيئية، التي سوف تتيح لهم تقصي أصول الكائنات بدائية النوى، وهي البكتيريا بقسميها (انظر الفصل السابع).

### أصل البشر

ربما كان أهم ما ترتب على نظرية الأصل المشترك، هو تغيير وضع الإنسان في عالم الأحياء عما كان عليه في أذهان الناس طوال ١٨٥٠ عاما (هي المدة الزمنية فيما بين ظهور المسيحية وصدور كتاب أصل الأنواع)، أجمع فيها رجال الدين والفلاسفة (على الرغم من مما بينهم من خلافات مذهبية) على ما ورد في الإنجيل من أن الإنسان الأول خلق خلقا مباشرا ومستقلا عن غيره من أنواع الكائنات التي سبقته إلى الوجود. ويبدو أن «دارون» لم يكن قد استقر على رأي في هذا الخصوص حتى صدور كتابه «أصل الأنواع»، الذي وردت فيه ملاحظة مبهمة يقول فيها على استحياء «ولسوف يلقي الضوء على أصل الإنسان وتاريخه». وما لبث «هكسلي» (١٨٦٣) و«هيكل» (١٨٦٦) وغيرهما من التطوريين أن أعلنوا أن النوع البشري لا بد من أن يكون قد «تحدر descended» من سلف من الرئيسيات (وهي أرقى من رتب طائفة الثدييات). وما هي إلا خمس سنوات حتى ساق «دارون» الحجج والشواهد على صحة هذا المنشأ التطوري للانسان وبذلك وُضع النوع البشري «هومو سابينس Homo Sapiens» في الشجرة الانتمائية للمملكة الحيوانية، وكان هذا هو القول الفصل في هذه القضية.

### ٢ - نظرية «دارون» في التضاعف العددي للأنواع

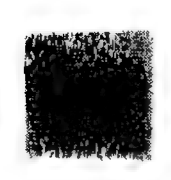
انطلاقا من المفهوم البيولوجي يمكن تعريف النوع بأنه مجموعة الآهلات العشائرية التي يمكن أن يتم بين ذكورها وإناثها تزاوج مثمر، ولقد سبق أن عبرنا عن ذلك بأن الأنواع المختلفة «معزولة تناسليا بعضها عن بعض (انظر الفصل السابع). وفي ضوء هذا التعريف البيولوجي تكون ذكور أي نوع



«معزولة تناسليا» عن إناث أي نوع آخر (والعكس بالعكس). وهذا العزل هو في الحقيقة محصلة عوامل فسيولوجية وسلوكية، تشكل في مجموعها ما يسمى آليات العزل «Isolating Mechanisms». ويدلنا تتابع هذه الظاهرة على أنها تطرأ ـ تحت ظروف معينة ـ بين عشيرة النوع الواحد، ثم تتأصل في بعض أفرادها بعد عدة أجيال من انعزالها التناسلي عن باقي العشيرة، وبهذا تتحول إلى نوع مؤسس، وهذه العملية تسمى «التنويع Speciation»، وعلامة حدوثها هي توقف التزاوج المثمر بين أفراد هذا الجيل أفراد العشيرة الأم، ويعزى هذا التوقف إلى وجود عاشق فسيولوجي أو سلوكي بينها يسمى Sterility Barrier. وبتكرار حدوث ذلك العزل يتحقق التضاعف العددي للنوع Species Multiplication.

وتفسير هذه الظاهرة يكمن في الإجابة عن السؤال الآتي: «كيف يمكن لأفراد عشيرة معينة لنوع محدد أن تكتسب إحدى آليات العزل التناسلي أو بعضها؟ هناك شبه إجماع بين علماء التطور على أن هذا يتم نتيجة لتأثير عوامل بيئية في أفراد تحمل في خلاياها «توليفات جينية» غير عادية، هي مكمن الاستعداد الوراثي للتغير التطوري المؤدي إلى التنويع، وطبقا للنظرية الدارونية يكون هذا التنويع مقرونا دائما بالانتشار الجغرافي Allopatry، ويتم بأساليب مختلفة أكثرها حدوثا أسلوبان: «التنويع التشعبي Dichopatric Speciation»، و«التنويع المحيطي Poripatric Speciation».

تبدأ رحلة التنويع بالأسلوب الأول بأن يمتد في وسط المنطقة التي تعيش فيها العشيرة ذراع بحرية أو ترتفع سلسلة جبال أو يهلك الغطاء الخضري على شريط التنصيف، وبذلك ينشأ في المنطقة حاجز جغرافي لم يكن موجودا وقت مولد النوع المؤسس، وبذلك تنشطر العشيرة إلى عشيرتين بنويتين بينهما حاجز يمنع تواصلهما، وبهذا يصبح التزاوج محصورا في كل شطر على حدة، وباستمرار هذا «الانحصار التزاوجي» تنشأ في أفراد كل عشيرة بنوية توليفات جينية تختلف عن تلك التي تنشأ في الأخرى، وبتعاقب الأجيال يزداد هذا الاختلاف حتى يبلغ درجة تكفي لتوليد «آليات العزل التناسلي»، وهنا تنعدم القابلية للتزاوج بين أفراد العشيرتين حتى لو زال العائق الجغرافي بينهما، وأتيح لذكورهما وإناثهما استئناف التواصل.

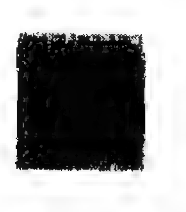


وبالأسلوب الآخر، تبدأ رحلة التنويع بأن تتحرك بضعة ذكور وإناث (بل ربما أنثى واحدة ملقحة من مكانها على أطراف الإقليم الذي تعيش فيه العشيرة بعد أن بلغ التزاحم فيه حدا جعل الطعام غير كافٍ والمأوى غير متاح للجميع. والأرجح أن تكون التوليفة الجينية لهذه الأفراد المهاجرة قد بلغ اختلافها عن النمط الجيني للنوع المؤسس حدا جعلها غير مؤهلة لمواصلة الصمود في معركة التنافس المتزايد، ومن الطبيعي أن يكون موطنها الجديد مختلفا بيئيا عن موطنها الأصلي، وكثيرا ما يكون هذا الاختلاف في غير مصلحتها سواء من حيث الظروف المناخية أو الحياتية، وهنا ينشط دور الانتخاب الطبيعي، ليعمل على تأصيل التغيرات الجينية في الأفراد التي تنجح في التأقلم والتعايش، وبذلك تتوافر شروط تطورها إلى نوع مؤسس جديد.

### ٤ ـ نظرية «دارون» في التدرجية Gradualism

ظل «دارون» طوال حياته يؤكد على «تدرجية» التغير التطوري، إذ كان من رأيه أن النشوء المفاجئ لنوع جديد أمر لا ينسجم إطلاقا مع موقفه المعارض لفكرة الخلق المباشر Creationism. صحيح أن الفروق بين الأنواع المختلفة ـ في كل موقع جغرافي على حدة ـ كانت شديدة الوضوح إلى درجة التباين، ولكن مقارنة النماذج التي تمثل التوزيع الجغرافي العام للعشائر أو السلالات Varieties أو الأنواع التي صادفها «دارون» في كل الأماكن التي ارتادها، هذه المقارنة كانت تقدم له دليلا على التدرجية في تطور الكائنات المتعضية، الأمر الذي استوجب تصنيفها ارتقائيا ووضع كل نوع في مكانه المناسب على شجرة الانتماء التي سبقت الإشارة اليها.

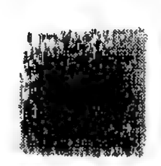
على أن صحة نظرية «دارون» في التدرجية ليست مقتصرة على تطور الكيان المتعضي بأكمله، بل هي تسري أيضا على تطور أجزاء الكيان الواحد (سواء أكانت أعضاء في كيان متعدد الخلايا أم مجرد «تراكيب» بسيطة في كائن وحيد الخلية). وأنسب مثال لتوضيح ذلك هو التراكيب البصرية التي تتخذ صورا متدرجة في الرقي: بدءا من تلك البقعة الحساسة للضوء على سطح الجسم (حتى ولو كان وحيد الخلية كالـ «يوجلينا Euglena»)، ومرورا بالعوينات البسيطة في مختلف اللافقاريات، وصولا إلى عيون الطيور والثدييات (وعلى رأسها الإنسان) بأجزائها العديدة والمعقدة تركيبيا والمتكاملة



وظيفيا. وفي كل الأحوال تكون درجة رقي التركيب البصري (سواء من حيث البناء أو الأداء) متماشية مع متطلبات الكائن الحي من حاسة الإبصار (بدءا من مجرد الإحساس بالضوء وانتهاء بتكوين الصورة المجسمة الملونة للمرئيات). وهذا هو ما أشار إليه «سفرتسوف Severtsoff» بعد إعلان نظرية «دارون بأكثر من سبعين عاما وأطلق عليه «التكريس الوظيفي Intensification of Function» الذي يعتبر المسؤول عن اختلاف صور تحور الطرفين الأماميين في بعض الثدييات مثل الخلد mole (للحفر) والحوت (للتجديف) والخفاش (للطيران).

وهناك مثال آخر ـ أكثر طرافة ـ لما يمكن أن يؤدي إليه تطور الأعضاء تماشيا مع التغير في الوظيفة، ذلك هو قرن الاستشعار في برغوث الماء «دافنيا Daphnia» فالمعروف أن الوظيفة الأساسية لهذا العضو ـ حيثما وجد ـ هي الاستشعار من بعد (سواء بالشم أو السمع)، ولكن الـ «دافنيا» يستخدم قرني استشعاره أيضا كمجدافين، ولتحقيق هذا الهدف طرأ عليهما تغير كبير في الشكل وزيادة هائلة في الحجم (بفعل الانتخاب الطبيعي)، وهذا المثال يدلنا على أن العضو ـ في أثناء مسيرة تطوره إلى ما يناسب أداء وظيفة جديدة ـ يمر بمرحلة يكون فيها قادرا على أداء كلتا الوظيفتين: الأصلية والإضافية (وهما هنا: الاستشعار والتجديف).

ومثال آخر لتطور الأعضاء بما يحقق الكفاءة لأداء وظيفة إضافية هو «ريش الطيور» الذي يفترض أنه نشأ كصورة متحورة لحراشف الزواحف وظيفتها الأساسية حفظ حرارة الجسم، ولكن الريش في أجزاء معينة من جسم الطائر (الجناحين والذيل) قد أوكلت إليه وظيفة إضافية هي توجيه حركة الجسم في أثناء الطيران، ومن هنا كان الاختلاف الكبير في التركيب بين ريش الجناح والذيل، وبين الريش الزغبي الذي يكسو باقي أجزاء الجسم. ولعله من المناسب هنا أن نشير إلى ظاهرة سلوكية طريفة تشاهد في بعض أنواع البط، هي قيام الذكر بتسوية ريشة بمنقاره أمام الأنثى لجذب انتباهها. ومن الممكن أن نستدل بهذا على أن الغزل Courtship (التودد للجنس الآخر قبل التواصل) ربما يكون قد تأصل كعادة سلوكية مميزة، نتيجة لتأثير نوع خاص من الانتخاب الطبيعي يمكن تسميته «الانتخاب الجنسي Sexual Selection. (وسيأتي بيان ذلك بعد بضع صفحات).

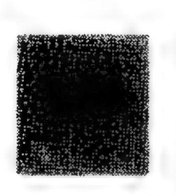


وفي ضوء ما تحقق من تقدم بيولوجي خلال القرن العشرين، أصبح واضحا لنا ـ ربما بدرجة أكبر مما أتيح لـ «دارون» نفسه عندما وضع نظريته منذ قرابة مائة وخمسين عاما ـ أن التطور عملية تدريجية لم تحدث قط من خلال قفزات مفاجئة Saltations، ولئن كانت بعض الصفات غير العادية قد اكتشفت أخيرا نتيجة لتعدد المجموعة الكروموسومية Poyploidy، إلا أن هذه الحالات النادرة لم يكن لها أي دور رئيسي في حدوث النقلات التطورية الكبرى Macroevolution، ومع ذلك فقد أثيرت بعض الاعتراضات ضد مذهب التدرجية الدارونية، لعل في مقدمتها أن هذا المذهب لم يستطع أن يقدم أي تفسير مقنع لنشأة الأعضاء غير المسبوقة، ومنها مثلا أجنحة الحشرات وهي بالقطع ليست متطورة من أرجل (كما هي الحال في الطيور والخفافيش)، وإنما الأجنحة في الحشرات أعضاء حركة أصيلة. نشأت بالإضافة إلى الأرجل وليس على حسابها العددي.

### الانقراض بالجملة MASS EXTINCTIONS

يدل سجل الأحافير على حدوث عدد من حالات الانقراض الجماعي لبعض أنواع الكائنات بعد أن ظلت سائدة في عصور جيولوجية قديمة، وقد اتخذ خصوم دارون هذه الظاهرة كنقطة انطلاق ثانية لتفنيد مذهبه في التدرج.

والحقيقة أن معارضي نظرية التدرج كانوا من أنصار «كوفيير Cuveir» رائد أصحاب نظرية الكوارث Catastrophists الذين كانوا يربطون بين نشوء أنواع جديدة والكوارث الطبيعية التي يرون أنها ما كانت لتهلك صورة الحياة البائدة إلا لإخلاء الساحة أمام أنواع جديدة، وهم يستدلون على ذلك بالانقراض الشمولي للديناصورات مع حلول العصر الطباشيري Certaceous (الذي ازدهرت فيه الطيور والثدييات)، على أن أحد الجيولوجيين الأعلام (وهو ليل Lyell) قد سفه هذا الرأي في كتابه «أساسيات علم الأرض Principles of Geology»، والذي قدم فيه الأدلة الدامغة على صحة مذهب التدرج الذي كان «هوتون Hutton» قد عارض به «الكوارثيين». وكل هذه كانت نظريات سابقة لرحلة «دارون» التي شاهد فيها ما جعله يستنبط نظريته في التغير التدريجي التي لاقت قبولا من التطوريين (على الرغم من ثبوت حالات الانقراض الجماعي فيما بين العصرين الـ «بيرمي Permian والترياسي Triassic، وفي أثناء العصر الطباشيري).



ولم يكن «دارون» غافلا عن حالات الانقراض هذه وما يعقبها من ظهور (ازدهار) أنواع جديدة محل القديمة، على الرغم من أن هذا كان يقطع تسلسل التطور الذي كان يؤمن أنه إنما يتم تدريجيا من خلال تعاقب عاملين هما التغير Variation والانتخاب Selection. على أنه كان يرى أن فترات إقفار الأرض من معظم صور الحياة في أعقاب كل كارثة انقراض، إنما كانت بمنزلة حدود زمنية فاصلة بين العصور الجيولوجية، وأبرزها هو ما حدث في نهاية العصر البيرمي عندما هلك أكثر من ٩٥ ٪ من مجموع أنواع الكائنات، وكان ذلك حدا زمنيا فاصلا إيذانا بحلول العصر الترياسي.

والسبب المباشر لحالات الانقراض الجماعي مازال موضع جدل حتى يومنا هذا ... وإن كان الاعتقاد الأرجح بالنسبة لإحدى هذه الحالات (هي انقراض الديناصورات في نهاية العصر الطباشيري) هو ما نادى به العالم الفيزيائي «ألفاريز Alvarez» في عام ١٩٣٠ من أن ذلك قد تم نتيجة لاصطدام أحد الكويكبات بالأرض أدى إلى تغيرات شديدة السوء في الظروف المناخية والبيئية، بحيث أصبح جو الأرض غير صالح للحياة، ولقد اكتشف العلماء أخيرا ما يؤيد صحة هذا الرأي، منها مثلا فوهة بركان في طرف شبه جزيرة يوقاطان Yucatan Peninsula، وما زال الجيولوجيون يواصلون تقصي أسباب حدوث حالات الانقراض الجماعي الأخرى، ولكنهم ـ حتى الآن ـ لم يصلوا إلى تبرير معقول، وإن كان من المرجح أن أسبابها صادرة من خارج كوكب الأرض Extraterrestrial. (ومنها الاختلاف الكمي والكيفي في الإشعاعات الشمسية)، وعلى الرغم من وجاهة هذا الرأي، فإن معظم ما ساقه المتحمسون له من شواهد على صحته لم يصمد أمام التحليل النقدي.

وأخيرا لعلنا نذكر أن معظم الكوارث الطبيعية لا تؤدي بالضرورة إلى محو كل صور الحياة من المنطقة المنكوبة... وإنما تبقى في الغالب بضعة أنواع ـ ولو قليلة ـ يحالفها الحظ فتنجو بحيث يمكن اعتبارها أنواعا تأسيسية (على النحو الموضح في صفحات سابقة). وطبيعي أن تكون الظروف البيئية حولها مختلفة عما كانت عليه قبل حلول الكارثة (وبخاصة البيئة الحياتية التي تغيرت تماما بعد انقراض معظم صور الحياة الأخرى). وبناء على هذا التغير تكون الفرصة مهيأة أمام هذه الأنواع التأسيسية للدخول في مسارات تطورية جديدة، وخير ما نسوقه لتوضيح ذلك هو ما شهدته بداية الحقب الجيولوجي



الثالث من ازدهار مفاجئ للثدييات، تمثل في تضاعف عدد أنواعها واتساع رقعة انتشارها بعد أن خلت الساحة أمامها بانقراض الديناصورات، (على الرغم من أن الشواهد الجيولوجية تدل على أن الثدييات كانت موجودة قبل ذلك بأكثر من مائة مليون سنة).

**ه ـ نظرية «دارون» في الانتخاب الطبيعي**

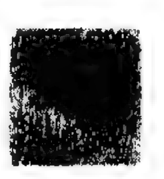
بعد القبول الواسع الذي لاقته نظرية «دارون» في التطور التدريجي لأنواع الكائنات من أصل مشترك، ركز البيولوجيون اهتمامهم على مناقشة الطريقة التي تم بها التغيير التطوري الذي أدى إلى هذا التنوع، ووضعت لذلك عدة نظريات متنافسة (ومنافسة للدارونية)، استمر الجدل بين دعاتها قرابة ثمانين عاما إلى أن فُنِّد كل ما يخالف الدارونية، وبذلك تراجعت هذه النظرية الواحدة بعد الأخرى، ولم يصمد في الساحة إلا نظرية الانتخاب الطبيعي التي وضعها «دارون».

**النظريات المتنافسة في التغير التطوري**

كانت هناك ثلاث نظريات رئيسية مناهضة للدارونية، فيما يلي بيانها:

أ ـ نظرية القفزات التطورية Saltationism: وهي ثمرة التفكير النمطي الذي كان سائدا في عصر ما قبل «دارون». وكان من أنصارها معاصرون لدارون مثل: «هكسلي T.H.Huxley» و«كوليكر Kolliker» وآخرين لاحقين منهم: «باتيسون Bateson» و«ديفري De Vres» وهما من أنصار مندل، وآخرون («جولد شمت Gold Schmidt» و«ويلس Willis» و«شندفولف Schindewolf»). على أن هذه النظرية لم يقم على صحتها دليل، فتراجعت إلى أن نبذت تماما بعد أن أثبتت الدراسات الجينية أن القفزات التطورية لا تحدث إلا في حالات نادرة مقتصرة على الكائنات التي تتناسل جنسيا، ومنها حالة تعدد المجموعات الكروموسومية التي سبقت الإشارة إليها في الصفحات القليلة السابقة.

ب ـ النظريات الغائية Teleological Theories: وهي تتضمن بضعة مذاهب في التطور يشترك أصحابها في ادعائهم وجود قوة طبيعية خفية تدفع الكائنات إلى التطور في خط تصاعدي مستقيم نحو التكامل. ولكنهم



عجزوا عن تقديم أي دليل على صحة زعمهم، بل إن تقصي أصل الأنواع قد كشف عن كثير من الانتكاسات التي فندت نظرياتهم بقوة حتى فقدت كل أنصارها.

جـ ـ النظريات الـ «لاماركية Lamarckian Theories»: ومضمونها أن تطور الكائنات المتعضية يتم عن طريق ما يعتريها من تحول بطيء راجع إلى توارث الصفات المكتسبة، وكان اللاماركيون يبنون نظريتهم على أساس أن دوام استعمال أي عضو يؤدي إلى نمائه ثم بقائه (أي استمرارية وجوده في الذرية)، بينما يؤدي تعطيله إلى هزاله ثم زواله. ولقد لاقت الـ «لاماركية» ذيوعا لأن تفسيرها للتغير التطوري كان أقرب إلى المنطق من التفسير الذي قدمته نظرية القفزات التي نادى بها أنصار «مندل». بل إنه يمكن القول إن أنصار «لامارك» ربما كانوا أكثر من أنصار «دارون» نفسه، وأن الغلبة ـ في هذه القضية الفرعية من قضايا التطور ـ قد ظلت معقودة للمذهب الـ «لاماركي» حتى ثلاثينيات القرن العشرين (موعد بزوغ شمس البيولوجيا الجزيئية).

ففي أواخر الثلاثينيات أثبت المتخصصون في علم الجينات أن توارث الصفات المكتسبة أمر مستحيل. وبذلك فقد المذهب الـ «لاماركي» شعبيته تدريجيا إلى أن رفع أنصاره راية الاستسلام أمام ما أعلنه علماء البيولوجيا الجزيئية عن استحالة انتقال التعليمات الموجودة في جزيئات البروتينات (وهي المسببة للصفة المظهرية) إلى جزيئات الحمضين النوويين اللذين ثبت أن أحدهما الدنا هو مصدر المعلومات الوراثية، وأن الآخر الرنا هو ناقلها، وبهذا فقدت اللاماركية آخر مسوغات صلاحيتها. صحيح أن حدوث الطفرات الوراثية بفعل العوامل الخارجية أمر وارد في عالم الكائنات الدقاق (بدءا من البكتيريا وربما وصولا إلى البروتستا)، ولكن حتى لو تأكد هذا بالتجربة فإن حدوثه غير وارد إطلاقا بالنسبة للكائنات المعقدة التعضي التي تعمل بنيتها على المباعدة الشاسعة ما بين مكان الناقلات الوراثية في المناسل وبين مواضع ظهور الصفات على الأعضاء الخارجية.

### الانتخاب الطبيعي

يكاد البيولوجيون يجمعون على صحة ما نادى به «دارون» منذ قرابة قرن ونصف من أن الانتخاب هو الآلية المسؤولة عن التغير التطوري. ويمكن تصوير هذه الآلية على أفضل وجه بأنها تتم على خطوتين هما التباين



والتصفية، ففي الخطوة الأولى يخرج إلى الوجود في كل جيل عدد هائل من الأفراد المتمايزة عن بعضها بعضا وعن أفراد الجيل السابق بسبب اختلاف «التوليفة» الجينية (وهي اختلافات فردية لاتخرج بحاملها عن دائرة النوع الذي ينتسب إليه). وعلى الرغم من صحة ما زعمه «دارون» عن هذه الخطوة، فإن جهله بمصدر هذا التباين كان واضحا، بل إن شروحه تدل على أن فهمه لطبيعة هذه العملية كان مبنيا على بعض التصورات الخاطئة (التي تولى «وابزمان» تصحيحها، ثم انجلت حقيقة هذه العملية في ضوء حقائق علم الجينات بعد حلول القرن العشرين)، ومن أجدر النقاط بالتوضيح في هذا الصدد أن عملية إخصاب البويضة لا تعني إطلاقا اندماج المادة الوراثية التي يحملها الحيمن في تلك الموجودة في البويضة، وإنما هما فقط تختلطان في «توليفة» من دون أن تفقد أي منها كيانها الذاتي، وفوق ذلك فإن نتائج البحوث التي أعلنت في أواسط أربعينيات القرن العشرين، قد كشفت عن أن المادة الوراثية (وهي مكونة من الأحماض النووية) لا تتحول بذاتها مباشرة إلى البروتينات المولدة للصفات المظهرية، وإنما هي فقط تقدم الرموز التي تترجم إلى منهاج تسير عليه عملية بناء جزيئات هذه البروتينات وغيرها من الجزيئات الداخلة في بناء ملامح الجسم.

ولقد كشفت المستجدات العلمية عن الطبيعة المعقدة لعملية التباين. فالأحماض النووية ذات قدرة هائلة على التطفر نتيجة لكثرة التغير في نظام ازدواجية القواعد النتروجينية على امتداد شريط الجزيء العملاق ويضاف إلى ذلك في الكائنات التي تتناسل جنسيا ما تتضمنه عملية الانقسام الاختزالي Meiosis (التي يتم عن طريقها تكوين الأمشاج) من تبادل الأجزاء بين كل كروموسومين متناظرين بطريقة تختلف في كل واحدة من مئات آلاف البويضات التي تنتجها الأم الواحدة وفي كل واحد من مئات ملايين الحيامن التي ينتجها الأب الواحد... واحتمالات التقاء حيمن معين ببويضة معينة لا يدركها الحصر. وإذن فإن كل زيجوت (وبالتالي كل جنين) سيكون ذا نمط جيني فريد؛ ومن هنا ينشأ بين أفراد النوع الواحد تباين لا يتوقف عبر الأجيال. ويضاف إلى ذلك ما يحدث من تغير كبير في حالة الطفرة. (وإن كان كل هذا التباين لا يخرج بالنسل عن دائرة نوع الأبوين إلا بعد تمام حدوث الخطوة الثانية من عملية الانتخاب وهي التصفية).

وفي هذه الخطوة تتعرض الذرية في كل جيل إلى عوامل تؤدي إلى موت معظمها (وهذه هي التصفية الأولى)، ثم يؤدي التنافس بين الأفراد الباقية إلى فناء بعضها (وهذه هي التصفية الثانية)، وفي الأنواع التي تتناسل جنسيا تحدث تصفية ثالثة بزوال الأفراد الحاملة للجينات المميتة والتي نتجت عن التزاوج العشوائي بين ذكورها وإناثها، ومع تكرار كل هذه التصفيات في كل جيل (إضافة إلى تكرار احتمالات التباين التي سبق ذكرها كخطوة أولى)، تزداد الفروق بين الأفراد من حيث النمط الجيني، وبالتالي من حيث قدرتها على البقاء (بالتعايش مع الظروف البيئية)، فلا يبقى إلا الأفراد ذوو التوليفات الجينية المتميزة، ومنها تتكون العشيرة المؤسسة للنوع الجيد على النحو التالي، الذي سبق توضيحه.

**مصادفة... أم ضرورة؟**

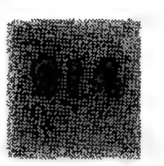
منذ العصر الإغريقي حتى القرن التاسع عشر، وتضارب الآراء قائم حول ما إذا كانت التغيرات التي تحدث في العالم قد حدثت بالمصادفة أو لضرورة تستوجب حدوثها. وبحلول منتصف القرن العشرين كان «دارون» هو أول من قدم حلا رائعا لهذه الأحجية، وهو أن هذه التغيرات راجعة إلى كلا العاملين، فالمصادفة تكون لها الغلبة في حدوث الشق الأول من التطور (وهو التباين)، بينما تكون الضرورة هي العامل الحاسم في تحقيق الشق الثاني (وهو التصفية) على أن «دارون» لم يكن موفقا في اختياره كلمة Selection التي توحي بوجود قوة عاقلة في الطبيعة لها القدرة على الاختيار، بينما كل ما في الأمر هو مجرد تطبيق لقانون «البقاء للأصلح». وهذا المعنى ما زال مستقرا حتى في أفهام من لا يزالون يستخدمون لفظ «الانتخاب» على الرغم من إيمانهم بعدم وجود قوة طبيعية وراء هذه العملية (وهم يمثلون غالبية التطوريين)، حيث إن هذه القوة الانتخابية ما هي - بالطبع - إلا محصلة تأثر كيان الفرد بمجموع العوامل البيئية المحيطة به.

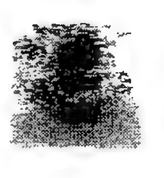
ولعله أصبح الآن واضحا أن نظرية «دارون» في التطور من خلال الانتخاب الطبيعي مختلفة تماما عن نظريات فلاسفة العلوم القدامى (وفي مقدمتهم الأصوليون Essentialists والغائيون Teleologists) وعندما

نشر «دارون» كتابه «أصل الأنواع» لم يكن لديه أي دليل على وجود ما أسماه «الانتخاب الطبيعي»، وإنما افترض هذا الوجود كواحد من المسلمات التي تمثل ثلاثة أركان في نظريته التي بنيت على خمس حقائق علمية هي دعائمها الرئيسية، والحقائق الثلاث الأولى هي: الزيادة المتضاعفة في عدد الأفراد، والاستقرار المطرد للعشائر، ومحدودية الموارد، ويلحق بهذه الحقائق أولى المسلمات الثلاث، وهي حتمية التنافس بين الأفراد من أجل البقاء، والحقيقتان الباقيتان (وهما: التوحد الجيني لكل فرد وتوارث المميزات الفردية)، تقودان إلى اثنتين من المسلمات: إحداهما هي البقاء التمايزي Differential Survival ، وهو ما عبر عنه «دارون» بمصطلح: «الانتخاب الطبيعي» والأخرى (وهي ثالثة المسلمات وآخرها) هي: أن استمرار عملية الانتخاب عبر أجيال كثيرة سوف يؤدي إلى التطور.

ولقد كان أول دليل واضح على صحة نظرية الانتخاب هو ما لاحظه «باتيس Bates» عام ١٨٦٢ من تشابه بين بعض أنواع الفراشات الصالحة للأكل وأنواع أخرى سامة (أو على الأقل غير مستساغة) وأسماء Betasian Mimicry وهو نوع من المحاكاة الوقائية يعزى إليه نجاة فراشات المجموعة الأولى من الافتراس، وقد ابتهج «دارون» كثيرا لهذا. ولو امتد به العمر لزاد ابتهاجا لاكتشاف مئات (بل ربما آلاف) الأدلة على صحة نظريته، ومن أمثلتها المعروفة جيدا: تأصيل المقاومة في بعض الحشرات ضد المبيدات، وفي البكتيريا ضد المضادات الحيوية.

وهكذا أصبح الانتخاب الطبيعي اليوم قاعدة راسخة لا تحتاج إلى تساؤل، وإنما التساؤل الممكن ـ أو الواجب ـ هو: إلى أي مدى أسهم الانتخاب في تشكيل سمة بعينها من السمات المميزة للفرد؟ وهل كان انبثاقها ـ تطوريا ـ راجعا بالفعل إلى الاصطفاء؟ وما قيمتها بالنسبة لبقاء النوع، تلك القيمة التي جعلتها تدخل في إطار عملية الانتخاب؟ إن الإجابة عن هذه التساؤلات وغيرها هي عناصر ما يسمى البرنامج التواؤمي «Adaptational program».





### نموذج «دارون» التوضيحي للتطور من خلال الانتخاب الطبيعي

**الحقيقة الأولى:**
(عن «بالي» و«ملتوس» وآخرين)
**النمو العشائري المتضاعف**
(الخصوبة المفرطة)

**الحقيقة الثانية:**
(مشاهدات عالمية)
**لاستقرار العشائري الملحوظ**

**الحقيقة الثالثة:**
(مشاهدات أكدها «ملتوس»)
**محدودية الموارد**

← الاستدلال الأول (عن «ملتوس»)
**صراع الأفراد من أجل الوجود**

**الحقيقة الرابعة:**
(عن علماء التصنيف ومُرَبِّي الحيوانات):
**الشخصية المميزة للفرد**

← الاستدلال الثاني: (عن «دارون»)
**الانتخاب الطبيعي**

← الاستدلال الثالث: (عن «دارون»)
**التطور عبر الأجيال**

**الحقيقة الخامسة:**
(عن مربي الحيوانات)
**كمية توريث التغيرات الفردية**

### الانتخاب الجنسي Sexual Selection

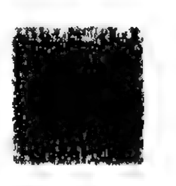
من مقومات البقاء: زيادة القدرة على تحمل الظروف المناخية السيئة (كالبرد والحر والجفاف) وعلى الهرب من الأعداء، وحسن استخدام الموارد الغذائية، والصمود في معارك التنافس، وارتفاع مستوى المقاومة لمسببات الأمراض. وعلى أي حال فإن مجرد البقاء وحده لا يضمن انتقال المكونات الجينية للفرد إلى أفراد الجيل التالي، ومن المنظور التطوري، قد يكون تفوق الفرد في الخصوبة الجنسية أدعى إلى أن يحقق في إتمام التطور نجاحا أكبر مما لو كان متمتعا بمقومات بقاء متميزة. وهذه الأفضلية للمقدرة التناسلية هي التي أطلق عليها «دارون» اسم «الانتخاب الجنسي»، ويبدو أن «دارون» كان لديه انطباع خاص عن الصفات الجنسية الثانوية التي يتحلى بها ذكور بعض الحيوانات، ومنها ما يكسو ذيل الطاووس أو مناطق معينة من أجسام طائر عصفور الجنة من ريش بديع، والقرنان المثيران للإعجاب المتمدان من رأس ذكر الغزال Stag.

ولقد أصبح من المعلوم لنا اليوم أن نزعة الأنثى لاختيار شريكها بناء على مثل هذه الميزات الجمالية، ربما كانت أكثر أهمية ـ بالنسبة للانتخاب الجنسي ـ من قدرة الذكر على أن يغلب منافسيه على الفوز بالأنثى، والانتخاب الجنسي. ليس بالضرورة مستقلا تماما عن الانتخاب الطبيعي حيث إن الإناث ـ فيما يبدو ـ تكون قادرة أحيانا على اختيار الذكور التي تتوسم فيها القدرة على زيادة إمكانيات البقاء في نسلها.

وفوق ذلك توجد ظواهر أخرى في تاريخ الحياة (كاستثمار الأبوة والتنافس بين الأخوة) ذات تأثير على الكفاءة التناسلية أقوى من تأثيرها على البقاء، ومن ثم فإن الانتخاب بهدف النجاح التناسلي يمثل ـ فيما يبدو ـ شريحة اصطفائية أكبر مما يوحي به تعبير «الانتخاب الجنسي»، ولهذا فإن دراسة دور الانتخاب في تحقيق النجاح التناسلي تشغل جانبا كبيرا من النشاط البحثي للمشتغلين بعلم البيولوجيا الاجتماعية Sociobiology.

### التركيب التطوري وما بعده

ظل تضارب الآراء بين أنصار الدارونية ومعارضيها شديدا لمدة ثمانين عاما بعد نشر كتاب «أصل الأنواع» ـ ولقد حسب البعض أن الفريقين سيتفقان مع حلول القرن العشرين عندما اعيد اكتشاف القواعد الوراثية التي كان منْدِل قد



وضعها في وقت سابق، ولكن الذي حدث هو اتساع رقعة الاختلاف بينهما، فلقد كان «باتيسون» و«ديفري» و«جوهانسن» وهم من قدامى أنصار «مندل» يرفضون تماما فكرة التطور التدريجي والانتخاب الطبيعي. ولم يكن الوضع أفضل من ذلك لدى معارضيهم من الطبيعيين Naturalists والمشتغلين بعلم القياس الحيوي Biometricians، الذين كانوا يثرثرون من دون تمييز بين ظاهرتي الانتخاب وتوارث الصفات المكتسبة، ومع حلول الثلاثينيات وصل التشاؤم ببعض المراقبين حد فقدان الأمل في التوصل إلى اتفاق قريب، بسبب ما لاحظوه من تشعب المناقشات بين كلا الفريقين حول قضية التطور، تلك المناقشات التي كان ينقصها التكامل والتي ـ فوق ذلك ـ لم تخل من المفاهيم الخاطئة والمغالطات.

وعلى أي حال فما هي إلا بضع سنوات حتى لاحت في الأفق بوادر التوفيق، عندما ظهر في العام ١٩٣٧ كتاب «علم الجينات وأصل الأنواع Genetics & Origin of Species» تأليف «تيودوسيوس دوبزانسكي Theodosius Dobzhansky»، الذي أهله تاريخه العلمي الحافل وواسع اطلاعه وتنوع خبرته وتقلبه في المدارس العلمية لتقديم المادة العلمية الصالحة لبناء جسر العبور بين المعسكرين، وفي هذا الكتاب أعطى المؤلف كلا فرعي علم البيولوجيا التطورية (وهما: الاحتفاظ بالتكيفات أو تحسينها، والتغير المؤدي إلى التنوع الأحيائي) حقه من الدراسة، وتلا ذلك ظهور مؤلفات أخرى استوفيت فيها أهم التفاصيل المتعلقة بقضية التطور أنجزها تباعا: «ماي May» (١٩٤٢) و«هكسلي Huxley» (١٩٤٢) و«سمبسيون Simpson» (١٩٤٤) و«رنش Rensch» (١٩٤٧) و«ستبينس Stebbins» (١٩٥٠)، وقد تزامنت مع ذلك إسهامات علمية في ألمانيا بقيادة «تيموفيف ـ رسوفسكي Timofeeff - Ressovsky» أحد تلامذة العلامة التطوري «سيتيريكوف Cheterikov» وبذلك تحقق تكامل المفاهيم حول قضية التطور على أيدي البيولوجيين التطوريين أنفسهم.

والتغيرات التطورية درجتان: الدنيا منهما تشمل ما يتم في حدود النوع، وتسمى التطورات الصغرى Micro-evolutions، وغاية ما تحققه نشوء نوع جديد من المجموعة التصنيفية نفسها التي ينتمي إليها النوع الذي تطور، والعليا تشمل ما يتم فوق مستوى النوع وتسمى «التطورات الكبرى Macro - evolutions، والأنواع الناشئة عنها تختلف عن النوع المؤسس اختلافا كبيرا يتحتم معه إلحاقها بمجموعة تصنيفية أعلى من تلك التي ينتمي إليها النوع الذي تطورت عنه. ولقد

ظلت دراسة هذه التطورات حتى حوالى أربعينيات القرن العشرين حكرا على علماء الأحافير Paleontologists، الذين قل أن يوجد بينهم مؤيد لفكرة التدرج الداروينية، بل كانوا متحمسين لفكرة القفز التطوري Saltationism بسبب ما لاحظوه بين المجموعات التصنيفية من كثرة الفجوات (الحلقات التطورية المفقودة) خصوصا عند المستويات العليا، مع ندرة التسلسل والاستمرارية في مسارات التطور، من دون أدنى اعتبار لعامل النقص في سجل الاحافير Incompleteness of Fossil Record.

وبالإضافة إلى فكرة التدرج وفكرة القفز التطوري، حاول «سمبسون» (١٩٤٤) تقديم تفسير آخر يتلخص في أنه عندما تبلغ التغيرات في بعض أفراد العشيرة حدا يجعلها غير متجانسة، فإن النزعة الغريزية إلى التجانس تدفع باقي الأفراد إلى تحول سريع يستهدف تحقيق التوازن البيولوجي Biotic Equilibrium الذي كثيرا ما يتخذ صورة مختلفة عما كان عليه التوازن في العشيرة الأصلية، وبتكرار ذلك يتزايد حجم التغيرات (تراكميا) حتى يأتي جيل يكون فيه كل أفراد العشيرة مختلفين عن النوع السلفي، وهذا هو ما أسماه «سمبسون» التطور الكمي Quantum Evolution ، وقد وصف النقاد هذا الرأي بأنه رجوع إلى فكرة القفزات التطورية، وبناء على ذلك فقد تخلى صاحبه عنه بعد إعلانه بأقل من عشر سنوات.

### تفسير التطورات الكبرى

في أعقاب نشر سلسلة الكتب التي سبقت الإشارة إليها والتي فندت الآراء المناهضة للتدرجية الداروينية، تزايدت الضرورة لتفسير النقلات التطورية الكبرى بوصفها ظاهرة نابعة من داخل العشيرة، أي مشتقة بشكل مباشر من وقائع جرت وعمليات تمت في أثناء حدوث التغيرات التطورية الصغرى، وخصوصا أن مثل هذا التفسير من شأنه أن يزيل ظلال الشك التي يلقيها علي التدرجية الداروينية ذلك الزعم بحدوث قفزات تطورية، وهو زعم ليس له مبرر علمي، لأن سنده الوحيد هو ذلك النقص المذكور في سجل الأحافير، بل إن علماء الأحافير لم تتوافر لديهم الإمكانات اللازمة لإثبات زعمهم، بل ولا البيانات التي يمكن الاعتماد عليها كمجرد قرائن على صحته.

في عام ١٩٥٤ اقترحت حلا لدرء الشبهات حول التدرجية الداروينية، مضمونه أن عمليات إعادة التركيبة الجينية (التي تؤدي إلى ما أسماه معارضو الداروينية بالقفزات التطورية) ليست عملية منفصلة عن مسيرة التطور التدريجي، وإنما هي تتم في إطار التنويع الذي يعتري العشيرة التأسيسية، وأن فجوات السجل الحفائري سببها أن التنويع في مثل هذه الحالات يكون محدودا زمانا ومكانا إلى درجة أن الأنواع الناتجة عنه لا تتاح لها فرصة تكوين أحافير قبل انقراضها. وقلت: إننا لو وضعنا هذا الاعتبار نصب أعيننا لا نكشف الغموض عن كثير من الظواهر المحيرة، وخصوصا ما يقع منها في بؤرة اهتمام علماء الأحافير، وفي مقدمتها مشكلة الحلقات المفقودة والتغيرات التطورية الكبرى التي تبدو كأنها قفزت. فعمليات إعادة تنظيم الجينات (التي تتم في العشائر المعزولة بسبب تطرف موقعها الجغرافي) تسمح بحدوث تغيرات تطورية تفوق كثيرا تلك التي تحدث في عشائر المنظومات المتصلة سواء من حيث الحجم أو السرعة، إذن فهناك «آلية Mechanism» تسمح بسرعة انبثاق مستحدثات تطورية كبرى من دون أي تعارض مع ما نلاحظه ونعرفه من حقائق في علم الجينات.

ولقد كان هذا التحليل موضع تأييد من الباحثين «الْدرِدْج» و«جُولد» كما تدل على ذلك أعمالهما المنشورة في عامي ١٩٧١ و١٩٧٢، بل إنهما كانا يريان أن النوع الذي ينشأ بالأسلوب التطوري الذي اقترحته قد يدخل مرحلة «استقرار تطوري»، يبقى فيها بلا تغير حقيقي لعدة ملايين من السنين إلى أن ينقرض في النهاية. وإذن فالتغيرات التطورية الكبرى ليست صورة من التطور التحولي، بل هي نمط من «التطور التبايني» الذي يتم تدريجيا، شأنه في ذلك شأن معظم التغيرات الصغرى أي التي تتم في حدود النوع، وبالتالي لا يقل عنها انتماء إلى الداروينية. وبهذا تكون مشكلة القفزات التطورية قد وجدت حلا. أما بالنسبة لمشكلة ثغرات السجل الأحافيري فتفسيرها هو أن مصير معظم العشائر الجديدة هو الانقراض عاجلا أو آجلا، والقليل منها تحدث فيه تغيرات تطورية ذات حجم يؤدي إلى التنويع، ولكن معظم الأنواع الجديدة أيضا مصيرها إلى الانقراض. وفي الحالات النادرة المتبقية يتعرض النوع الجديد لفعل عوامل الانتخاب الطبيعي لعدة أجيال تكفي لأن يكتسب نمطا جينيا جديدا، يسمح له باستمرار البقاء والازدهار إلى درجة تحقق له الانتشار الواسع، الذي يؤهله لأن يشكل إضافة جديدة إلى السجل الأحافيري.

ولقد كان للبحث المشترك الذي نشره «الدردج» و«جولد» عام ١٩٧٢ تأثيره في فكر علماء الأحافير بحيث أصبح يستوعب هذا الأسلوب التطوري الذي يمكن وصفه بأنه «تطور تنويعي Speciational Evolution»، والذي يقدم لهم المبرر المعقول لكثرة الفجوات في سجل الأحافير. ولكن الأهم من ذلك أنه يلفت الانتباه إلى كثرة فترات الاستقرار التطوري المشار إليها، والتي لم يوفق المشتغلون بعلم ا لجينات في تفسيرها عندما عزوها إلى ما أسموه الانتخاب الطبيعي Normalizing Selection، الذي نعرف أنه لا يمنع من حدوث تطورات سريعة في بعض العشائر من دون بعضها الآخر، ولهذا فلا مفر من افتراض أن مثل هذا الاستقرار إنما هو ثمرة نوع من التوازن الجيد في نمط جيني وثيق الترابط.

وتاريخ الحياة على الأرض حافل بالظواهر التي يستدل منها على الوجود الفعلي لمثل هذا التوازن الجيني الذي من دونه لا يمكن تفسير ذلك الثراء والتنوع في أنماط الأحياء اللذين شهدتهما نهاية العصر قبل الكمبري Precambrian وبداية الكمبري Early Cambrian، حيث يمكن تمييز ما بين ستين وثمانين نمطا مورفولوجيا مختلفا (رغم النقص الشديد في سجل الأحافير)، الأمر الذي يمكن معه وصف هذه الظاهرة بأنها «انفجار تطوري». ومن الواضح أن معظم هذه الأنماط قد توالى انقراضها فيما بعد، من دون نشوء أي نمط جديد منذ بداية العصر الباليوزوي Paleozoic. وهكذا تناقص عدد الأنماط حتى لم يبق موجودا منها الآن إلا حوالى ثلاثين شعبة حيوانية، هي، فيما يبدو، التي توافر فيها ما أشرنا إليه من التوازن الجيني المترابط (أو الترابط المتوازن) الذي أهلها للبقاء عبر ملايين السنين.

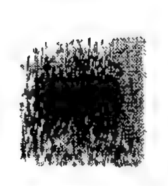
إن من الحقائق المعروفة ـ منذ فجر تاريخ علم الوراثة ـ أن معظم الجينات متعددة التأثير Pleiotropic، بمعنى أن الجين الواحد يمارس فاعليته على أكثر من صفة مظهرية، وبالمثل فإن معظم مكونات النمط المظهري متعددالتأثر polygenic بمعنى أن الصفة المظهرية الواحدة تدين بوجودها لأكثر من جين، وهذه التداخلات بين الجينات ذات أهمية حاسمة بالنسبة لصلاحية الأفراد من ناحية، ولفاعلية عوامل الانتخاب من الناحية الأخرى، وإن كان من الصعوبة تحليلها فرادى. وما زال معظم المشتغلين بالوراثة العشائرية يقصرون دراساتهم على الصفات الفردية التأثر وعلى الجينات الفردية التأثير، وهذا أمر مفهوم لأن دراسة

الظواهر المعقدة والمتشابكة الأصول ( مثل الاستقرار التطوري Evolutionary Stasis وثبات الأنماط التركيبية) تكاد تكون مستعصية على التحليل الجيني، ولما كان العامل الكامن وراء هاتين الظاهرتين هو الترابط المتوازن في النمط الجيني، لذلك فإن تحسين فهمنا لهذا الترابط ولدوره في مسيرة التطور هو الهدف الذي ربما يشكل تحقيقه أكبر التحديات في ميدان البيولوجيا التطورية.

**هل يتقدم التطور؟**

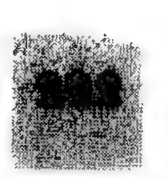
لقد كان لمعظم الدارونيين الفضل في استشعار أحد عناصر التقدم في تاريخ الحياة على الأرض، وذلك بكشف الغموض عن تدرّج رقي الكائنات الحية عبر الأزمنة المتعاقبة لهذا التاريخ ـ من مستوى تكويني إلى مستوى تكويني أرقى منه، متمثلا في مختلف مراحلها التصاعدية بدءا بارتقاء البكتيريا وغيرها من بدائيات النوى (التي سادت عالم الأحياء لأكثر من ألفي مليون سنة) إلى حقيقيات النوى التي تتميز خلاياها بوجود نواة جيدة التعضي، أي ذات كرموزومات وغشاء وعضيات سيتوبلازمية Organelles، ومرورا بارتقاء حقيقيات النوى من مرتبة البروتستا (وحيدات الخلية) إلى مرتبة النباتات والحيوانات ذوات الأعضاء المتخصصة التي يتم بينها توزيع العمل، وبارتقاء الحيوانات من مرتبة خارجيات التنظيم الحراري Ectotherms التي تعيش تحت رحمة التقلبات المناخية (وتشمل كل اللافقاريات بدءا من الديدان، وبعض الفقاريات هي البرمائيات والأسماك والزواحف) إلى مرتبة ذوات الدم الدافئ Endotherms (الطيور والثدييات)، التي تتميز، بدورها، بمراتب أدناها ذوات الأدمغة الصغيرة التي تنقصها القدرة على تنظيم حياتها في مجتمعات، وأرقاها يتوافر فيها ما نشاهده في الإنسان من تقدم في تركيب الجهاز العصبي المركزي، يمكنها من اكتساب الخبرات وممارسة المهارات ونقل المعلومات من جيل إلى جيل.

فهل يحق لنا أن نطلق اسم التقدم على هذه التغيرات التي تمت في تاريخ الحياة على الأرض؟ إن الاجابة تتوقف على تحديدنا لمعنى كلمة «تقدم» وفهمنا لمضمونها. ومع ذلك فإن مثل هذا التغيير هو في الحقيقة ضرورة حتمها الانتخاب الطبيعي، لأن محصلة الاثر المشترك بين قوة التنافس وقوة الانتخاب لن تؤدي إلا إلى واحد من اثنين: إما التقدم التطوري وإما الانقراض دون احتمال لبديل ثالث.



ويمكن تشبيه التغيرات التي اعترت الكائنات عبر تاريخ الحياة ببعض ما يحدث في مجال التنمية الصناعية، حيث أصبحت الطرز الحديثة من عربات الركوب على هذه الدرجة المذهلة من التحسن عما كانت عليه منذ ٧٥ سنة. بالطبع لم يتم هنا التطور بدافع «نزعة» إلى التحسن مغروسة داخل هذه الآلات، ولكن السبب هو حرص المصانع على عمل التحسينات، وإدخال التجديدات للفوز في معركة التنافس على تلبية الاحتياجات المتزايدة لمستعملي هذه العربات، وفي عالم الكائنات الحية يكون التقدم التطوري نتيجة لا يمكن تجنبها للمبدأ الداروني البسيط وهو تعاقب التباين والانتخاب. ولا دخل في هذا لأي من المبادئ الفكرية التي طالما تشدق بها فلاسفة العلم.

ومن الغريب أن كثيرا من الناس يخلطون بين الارتقاء ـ وهو التغير إلى الأعلى ـ والتطور كما يجب أن يفهم من نظريات «دارون» ومن شجرة الانتماء التي توضح منشأ أنواع الكائنات المختلفة، ومسارات تطورها عبر التاريخ الطويل للحياة على الأرض. صحيح أن الارتقاء حقيقة واقعة يشهد بها ذلك التفاوت الواضح في مستويات التركيب بين أدنى الكائنات (البكتيريا والبروتستا) وبين أرقاها (الحيوانات الثديية فالإنسان)، ولكن الخطأ يكمن في تصور الكثيرين أن هذا الارتقاء قد تحقق عن طريق الانتخاب الطبيعي (بل ربما ظنوا أنه هو الغاية التي يستهدفها الانتخاب). ولكن تتبع مسارات التطور على شجرة الانتماء التي وضع هيكلها «دارون» يدلنا على ما يدحض هذا المفهوم. فالبكتيريا (بدائيات النوى) وهي أدنى ما يُعرَف من كائنات وأقدمها تاريخيا، قد بقيت من دون تطور على مدى آلاف الملايين من السنين (عمر الحياة على الأرض تقريبا)، ولو اكتشف العلماء في بكتيريا اليوم اختلافا عن أول بكتيريا ظهرت على الأرض، فإنما هو اختلاف في غاية الضآلة، ولا يمثل أدنى قدر من الارتقاء، وفوق ذلك نلاحظ أن الطفيليات (مهما اختلفت مرتبتها التصنيفية) تبدو كأنها كانت موضع نوع من التطور الانتكاسي أو التغير إلى الأدنى (شأنها في ذلك شأن غيرها من الكائنات التي عاشت في مباءات خاصة مغلقة (أي معزولة عن عوامل الانتخاب). وفيما عدا هاتين الحالتين نلاحظ أن كثيرا من الكائنات المتعضية يشهد تركيبها المعقد على ما تحقق فيها من تخصص وظيفي، ولكن تطورها نحو الأكثر تعقيدا لا يصلح شاهدا على تقدمها نحو الأرقى. وببساطة. لا يوجد في



تاريخ الحياة على الأرض ما يمكن أن نستدل منه على وجود ما يجوز وصفه بأنه «تقدم ارتقائي تطوري Evolutionary Progress». وحيثما وجدنا ما يبدو أنه «تقدم» فهو ببساطة لا يعدو كونه نتيجة هامشية لتغيرات حدثت بفعل الانتخاب الطبيعي.

### لماذا لا يتوافر الكمال في الكائنات المتعضِّية؟

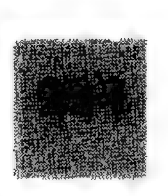
انطلاقا من مقولة «دارون» إن الانتخاب الطبيعي لا يترتب عليه بالضرورة تقدم تطوري، ولا هو الطريق إلى الكمال، لا يسعنا إلا أن نعتبره قوة محدودة الفاعلية، وأقوى دليل على هذه الـ «محدودية» هو انقراض أكثر من ٩٩,٩٪ من المسارات التطورية Evolutionary Lineages التي خرجت إلى الوجود في عصور مختلفة من عمر الأرض. وهذا الانقراض الإجمالي المتكرر يلح على ذاكرتنا بأن التطور الداروني ليس نوعا من الارتقاء المطرد نحو الكمال، وإنما هو عملية لا يمكن التنبؤ بعواقبها التي قد تتضمن زوال الأفضل بفعل الكوارث التي لا تميز بين جيد ورديء ولا حصانة للارتقاء حيالها.

أما الانتخاب الطبيعي فإن «دارون» يقول عنه «إنه تمحيص دقيق ومتصل يتم يوما بيوم بل ساعة بساعة لكل تغيير يعتري ما على الأرض من موجودات مهما كان طفيفا». ومع ذلك فهناك العديد من القيود التي تحد من فاعلية القوى الدافعة الى التغيير، وأول هذه القيود هو احتمال تأخر تكون التوليفة الجينية اللازمة لصياغة كيان الصفة المستهدفة بالتغيير، وثاني هذه القيود هو ما أشار إليه «كوفيير» على أنه «اختلاف طبيعة التغير التطوري وفقا لما يقع عليه الانتخاب من بين البدائل العديدة المؤهلة للتطور»، ومثال ذلك اكتساب بعض الحيوانات هيكلا دعاميا، فمقومات نشوء هذا الهيكل قد توافرت في أسلاف مفصليات الأرجل بصورة مختلفة عنها في أسلاف الفقاريات، فتكونت لحيوانات المجموعة الأولى دعامة خارجية Exoskeleton وللثانية دعامة داخلية Endo skeleton، وكان لذلك أثر في المسيرة التطورية لطوائف هاتين المجموعتين الكبيرتين، فأصبح من الممكن أن تنشأ من الفقاريات مخلوقات ضخمة كالديناصورات والفيلة والحيتان، بينما كان الهيكل الخارجي الجامد في المفصليات عائقا للنمو عن تجاوز حد معين، هو الذي يصل إليه حجم أضخم أنواع سرطانات البحر Crabs.

وهناك عامل ثالث مقيد للانتخاب الطبيعي هو التفاعل المتبادل Interaction بين عناصر النمط المظهري (التي سوف تظهر في صورة صفات خارجية متوارثة إذا نجح الانتخاب)، فهذه العناصر لا تتطور مستقلة عن بعضها بعضا، وإنما كمنظومة واحدة متكاملة في الإطار الذي رسمه لها النمط الجيني، ولقد أدرك الدارسون المورفولوجيون هذه الحقيقة من قبل ميلاد نظرية التطور، بل وقواعد الوراثة المندلية، وقد سجلها «جيوفروى سانت هيلار Geofroy St.Hilare» في أحد مؤلفاته عام ١٨١٨، معتبرا هذا التفاعل نوعا من التنافس يؤدي إلى التوازن، وبعد ذلك جاء «رو» واعتبر هذا التنافس نوعا من الصراع على الوجود بين أجزاء جسم الكائن المتعضي في مرحلة تكوينها.

والقيد الرابع على الانتخاب هو تركيبة النمط الجيني نفسه، وقد تبين هذا بعد أن كشف علم البيولوجيا الجزيئية أن الجينات ليست متسلسلة في خيط الكروموسوم على طريقة حبات العقد، فجزيء الحمض النووي لولب مزدوج كثير الالتفاف حول نفسه بطريقة تتعدد معه فرص تلامس الجينات المتباعدة وتتنوع، كما اكتشف أن الجينات أنواع مختلفة وظيفيا، وكذلك أجزاء الجين الواحد. وهكذا يتضح أن النمط الجيني (المتحكم في عملية الانتخاب عن طريق تحكمه في تطور الصفات الوراثية وظهورها)، ما زال يمثل عالما مليئا بالمجاهيل سواء بالنسبة لدارسي التطور أو دارسي الوراثة.

قيد خامس على الانتخاب هو الإمكانية الهائلة التي تتمتع بها معظم الكائنات الحية، وتمكنها من التكيف مع ظروف البيئة المتغيرة باكتساب صفات تؤهلها لمواصلة الحياة تحت الظروف الطارئة. وعلى الرغم من أن هذه الصفات المظهرية ليس لها كيان مادي في المنظومة الجينية، فإن القدرة على التكيف في حد ذاتها تخضع لتحكم النمط الجيني الذي هو مسرح نشاط الانتخاب الطبيعي، فمثلا عندما تنتقل عشيرة معينة إلى موطن ذي خصائص بيئية مختلفة عن تلك التي سادت موطنها القديم، يموت الأفراد الذين لا يتكيفون مع البيئة الجديدة، أما الأفراد الذين ينجحون في التكيف فيواصلون الحياة والتكاثر. وبمرور الأجيال يتوقف عمل الجينات غير المساعدة على التكيف في كل أفراد العشيرة، وهنا فقط يمكن القول إن الانتخاب قد حدث ولكن بعد أن بقي مقيدا طوال هذه الأجيال التي استغرقها تطور صفة القدرة على التكيف.



وأخيرا لا ينبغي إغفال المصادفة كواحدة من أقوى القيود على الانتخاب، وهي تلعب هذا الدور في كل جيل من قبل تكوين الجنين بدءا من وقت تكوين النطفة الذكورية في خصية الأب والأنثوية في مبيض الأم، حيث تتعدد احتمالات تكوين التوليفات الجينية عند تبادل أجزاء من شريط الحمض النووي بين كل كروموسومين متناظرين عند تعانقهما في الخلايا المولدة للنطفة (ظاهرة التعابر Crossing - over المميزة للانقسام الاختزالي الخاص بهذه الخلايا) لكي يتم - بالمصادفة أيضا - تلقيح واحدة من مئات البويضات المختلفة جينيا بواحد من آلاف (وربما ملايين) الحيامن المختلفة جينيا أيضا. والنتيجة هي زيادة معدل احتمالات اختلاف التركيبة الجينية للزيجوت، وهو - بدوره - يعتمد نجاحه في مواصلة رحلة تكوينه على المصادفة التي تواصل عملها أيضا بين الذرية بالتحكم في معدلات وفاة أفرادها، وفي احتمالات التزاوج بين الإناث والذكور الباقية.. وهكذا جيلا بعد جيل تواصل المصادفة عملها كقيد على الانتخاب الطبيعي.

وحتى بعد هذه الحلقات من سلسلة القيود المعتادة والمتكررة، فإن فعل المصادفة كقيد على الانتخاب يظل محتمل الوقوع عند حدوث الكوارث الطبيعية التي تمحو في وقت قصير كل ما نجح الانتخاب في تحقيقه عبر أحقاب طويلة (هي عمر النوع) من تأصيل لبعض التوليفات الجينية المفيدة، التي بفضلها بقيت أفراده منذ نشأته إلى أن أبادتها الكارثة غير المتوقعة، ولعل كل هذه القوى المؤثرة في الانتخاب تقربنا من إجابة معقولة عن السؤال الذي اتخذنا منه عنوانا لهذه الفقرة. ومع ذلك فإن ندرة الكمال في الأحياء لا تمنع من توافر لديها الصلاحية Fitness للبقاء التي هي ثمرة الانتخاب الطبيعي، وإن كان عدد الأفراد الذين يتمتعون بهذه الميزة الانتخابية لا يمثل إلا نسبة ضئيلة جدا من الذرية ولكنها - على الرغم من قلتها - هي البذرة التي تتولد منها أجيال متعاقبة يواصل من خلالها النوع مسيرة بقائه.

## خلافات رأي قائمة

إن تكامل البناء المعرفي لظاهرة التطور قد أيد - إلى حد بعيد - صحة المبدأ الذي على أساسه اعتبر «دارون» التطور نتيجة عاملين شاملين هما: التباين الجيني والانتخاب الطبيعي. ومع ذلك فما زالت هناك بعض نقاط الخلاف التي لن يضيق عنها ذلك الإطار الذي وضع فيه «دارون» صورة التطور.

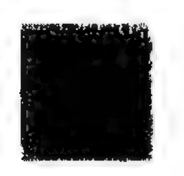


وأول مظهر لتلك الخلافات هو ذلك الجدل المحتدم منذ عدة سنوات مضت حول ماهية ما أسماه بعض التطوريين «وحدة الانتخاب Unit of selection»، مع ملاحظة أن كلمة «وحدة» - كمصطلح علمي - لها في مجال التطور مدلول مختلف تماما عما يفهم منها في مجال الفيزياء والتكنولوجيا. والأسوأ من ذلك أنها تستعمل في مناقشات التطور بين الدلالة على شيئين مختلفين تماما: الأول الكيان المستهدف بالانتخاب (الجين أو الفرد أو المجموعة)، والثاني هو الخاصية التي تتكون نتيجة الانتخاب والتي قد تتولد بفعل جين واحد أو اثنين أو أكثر، وهذا مصدر آخر للوقوع في الخطأ عند استعمال هذا المصطلح وهو لا يقل فداحة عن الخطأ في استعمالها للدلالة على الفرد أو المجموعة، وهنا قد يبدو من الأنسب استعمال كلمة «الهدف الانتخابي Target of selection» بدلا من «الوحدة الانتخابية» ومع ذلك فحتى هذا المصطلح لا يفي، كتعبير، عن كل المعنى الذي يفترض أن يغطيه المصطلح المنشود. وهناك تتضح الحاجة إلى المزيد من الدقة في صياغة المصطلحات بما يحقق تحديد المفاهيم، وعلى أي حال فقد استقر رأي معظم المشتغلين بعلم الجينات على اعتبار الجين هو الوحدة المستهدفة بالانتخاب، وعلى هذا الأساس بنوا تصورهم لظاهرة التطور، أما الطبيعيون فقد واصلوا إصرارهم الشديد على اعتبار الفرد بأكمله هو الهدف الرئيسي للانتخاب، وحجتهم في ذلك أن الفرد هو المنظومة الكبيرة التي يعمل الجين من خلالها، والتي تمنع احتمال تعرضه المباشر للانتخاب.

ولقد كان للتقدم التقني الذي شهدته ستينيات القرن العشرين في طرق العزل الكهربي Electrophoresis الفضل في الكشف عن المزيد من الحقائق المهمة عن خصائص الجينات وما يعتريها من المتغيرات، مما أدى إلى المزيد من تفهم دورها في عملية الانتخاب، ومن ثم زاد أنصار الفكرة الأولى التي تعتبر الجين هو الهدف الانتخابي، وكان في مقدمتهم أصحاب مذهب التطور المتعادل «Neutral Evolution» مثل «كيمورا Kimura» و«كنج King» اللذين لا يريان تعارضا بين مذهبهما ونظرية «دارون».

## الانتخاب الجماعي

تحت هذا العنوان حفلت المراجع الحديثة بكتابات غير يقينية حول احتمال كون العشيرة (بل حتى النوع بأكمله) إضافة إلى الفرد هدفا للانتخاب، وهل انتخاب المجموعة ككل يمكن أن يختلف عن مجموع القيم الانتخابية للأفراد التي



تتألف منها؟ لمعالجة هذه القضية ينبغي التمييز بين حالتين من الانتخاب الجماعي. في الحالة الأولى يكون النجاح التناسلي للمجموعة المستهدفة بالانتخاب راجعا بالكامل إلى متوسط القيمة الانتخابية لأفرادها، وهذه الصورة البسيطة من الانتخاب الجماعي لا تختلف جوهريا عن الانتخاب الفردي. أما إذا كانت المجموعة ككل ذات صفات تكيفية غير متوافرة في أفرادها، فهنا سيكون حجم المزايا التي يحققها الانتخاب أكبر من المتوسط الحسابي للقيم الانتخابية للأفراد كل على حدة، وهذه الصورة المركبة من الانتخاب الجماعي يقتصر وجودها على العشائر الاجتماعية، حيث يتوافر التعاون وتوزيع العمل تخصصيا لصالح الجماعة (كأن يكون فيها فريق عمل للدفاع، أو للبحث عن الطعام أو إعداد المأوى). وبالنسبة للإنسان يضاف إلى ذلك عامل آخر. هو التقدم الحضاري والثقافي. وفي مثل هذه الحالات يكون مصطلح «الانتخاب الجماعي» مناسبا.

ولقد امتد الجدل حول هذه القضية حول ما يسمى «انتخاب النوع»، ذلك أن ظهور نوع جديد كثيرا ما يبدو كما لو كان «ضالعا» أو «متورطا» في انقراض نوع آخر (والسبب الوحيد لهذا الظن هو تزامن العمليتين). ويستعمل مصطلح «انتخاب النوع» لتوصيف ما يحققه النوع الجديد من نجاح، ولهذا الاستعمال ما يسوغه نظرا لأن تفوق النوع الجديد على القديم إنما هو نتيجة نجاح أفراده في مواصلة الحياة، هذا النجاح الذي هو - بدوره - ثمرة عملية انتخاب للأفراد، لذلك فإن استعمال لفظ الانتخاب هنا تشوبه الازدواجية. ولهذا فإنني أفضل أن أستبدل به مصطلحا جديدا هو: «الإحلال النوعي Species Replacement» أو «التحول النوعي Species Turnover». وأيا ما كان المصطلح المستعمل فمن المؤكد أننا أمام حالة مميزة من التغير التطوري ذات أهمية خاصة في تحقيق «النقلات التطورية الكبرى Macro-evolutions» التي لا جدال في أنها تتم تحت مظلة القوانين الدارونية.

### بيولوجيا المجتمعات

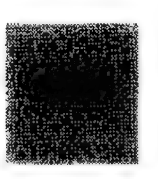
في عام ١٩٧٥ ظهر كتاب بهذا العنوان من تأليف «ولسن E.O.Wilson» أحد أبرز دارسي سلوك الحشرات الاجتماعية، والأب الروحي لعلم بيولوجيا المجتمعات Sociobiology، الذي عرفه بأنه «الدراسة المنظمة للأسس



البيولوجية للسلوك الاجتماعي للكائنات الحية كافة». وبالإضافة إلى ما نبه إليه من أهمية هذه الدراسات التي تستحق في نظره اهتماما أكبر بكثير مما لاقته حتى آنذاك، فإن نشر هذا الكتاب أثار خلافات ساخنة في الرأي حول دور التطور في سلوكيات المجتمعات، كان من ثمرتها ظهور كتاب جديد في هذا الموضوع عام ١٩٧٩، تناول فيه مؤلفه «ريوز Ruse» المشكلة من منظور مختلف، وأعطى اهتماما أكبر بسلوكيات الحيوانات الاجتماعية.

وأول أسباب الجدل حول كتاب «ولسن» هو أنه أسرف في تطبيق ما توصل إليه من نتائج دراسته للحيوانات على النوع البشري، والسبب الثاني هو استخدامه تعبير «الأساس البيولوجي» بطريقة تثير الشكوك حول معناه، فهو يقصد به «إسهام التركيبة الجينية في تحقيق الفعل السلوكي»، وقد انتقد خصومه هذا الرأي بدعوى أنه لو كان صحيحا، فإن الإنسان يتحول إلى مجرد آلة تعمل بموجب ما تمليه الجينات، فكل الناس بمن فيهم «ولسن» يعلمون أن الأمور لا تسير على هذا النحو. والبيولوجيون المحدثون موقنون بصحة الرأي التقليدي القديم وهو أن معظم توجهات الإنسان محكومة بمحصلة التفاعل بين العوامل الوراثية وحالة «المناخ» الثقافي المحيط بالفرد. ومع ذلك نرى «ريوز» في عام ١٩٧٩ يكرز الخطأ نفسه الذي سبقه إلى الوقوع فيه «ولسن»، ويستعمل تعبير «الأسس البيولوجية» بالطريقة نفسها التي تثير الارتياب في مضمونها الحقيقي.

والتعريف الذي قدمه المؤلفان لمصطلح «بيولوجيا المجتمعات» يوحي باتساع هذا المجال لكل ما يدور في المجتمعات الحيوانية من تصرفات، ومع ذلك نراهما قد أغفلا تماما مجرد الإشارة إلى أي من السلوكيات ذات الطابع الاجتماعي الواضح وفي مقدمتها هجرة الطيور والحيتان الزرقاء وسرطانات البحر وذوات الحافر الأفريقية. على الرغم من أن «ريوز» قد وجه عناية خاصة بسلوكيات أقل من الهجرة الجماعية انتماء إلى الجماعات، ومنها مثلا العدوانية Aggressiveness والإيثار Altruism، واختيار الأليف والعلاقات الأسرية وغيرها. ومن الواضح أن معظم ما تناوله المؤلف من ظواهر هو علاقات تتم بين قلة من الأفراد (بل ربما بين فردين فقط)، وأنها تمثل أنشطة مؤداها التأثير في درجة النجاح التناسلي للنوع، ومن ثم فهي متصلة - إما مباشرة أو بطريق غير مباشر - بالانتخاب الجنسي بمفهومه الواسع. وتأسيسا على محدودية الموضوعات التي



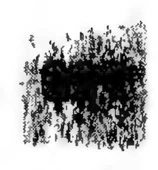
تناولها الكتاب، يضيق مجال علم «بيولوجيا المجتمع» حتى يبدو أنه لا يمثل سوى شريحة خاصة من المجال الكلي لعلم السلوك الاجتماعي، وهو بهذه الصيغة يثير كل أنواع التساؤلات مثل: أي نوع من التفاعل المتبادل بين فردين تتوافر فيه مسوغات السلوك الاجتماعي؟ وهل التنافس على الموارد يعتبر سلوكا اجتماعيا؟ وإن كان كذلك ففي أي الحالات.

إن معظم الهجمات التي وجهت ضد علم بيولوجيا المجتمعات، كانت مسددة إلى تطبيقه على الإنسان. وكتاب «ريوز» الذي أشرنا إليه فيه عن سلوك الإنسان ضعف ما فيه عن سائر أنواع الحيوان. وقد أدى هذا إلى جعل علم بيولوجيا المجتمعات موضع خلاف شديد في الرأي، بل لعله يوضح السبب في أن معظم ذوي النشاط الفعلي في هذا المجال (والذين أدرج «ولسن» و«ريوز» أسماءهم في قائمة علماء بيولوجيا المجتمعات) لا يطلقون على أنفسهم هذا الاسم، بل إن تصفح كتاباتهم يكشف عن أنهم لم يستعملوا هذا المصطلح للدلالة على نوع الأعمال العلمية التي أنجزوها.

## البيولوجيا الجزيئية

في السنوات الأخيرة تزايد إلحاح السؤال الآتي «إلى أي مدى تدفعنا أحدث انجازات علم البيولوجيا الجزيئية إلى مراجعة النظرية التطورية. بمفهومها الساري؟» في بعض الأحيان يتردد رأي بأن هذه الإنجازات تحتم تعديل نظرية «دارون». وفي نظري أن هذا غير صحيح، فكل ما أدت إليه الاكتشافات في هذا المجال من تغيرات معرفية سوف تصب في النهاية في بؤرة الانتخاب الطبيعي، ومن ثم يمكن اعتبارها ذات طبيعة دارونية، وتتلخص أعظم اكتشافات البيولوجيا الجزيئية أهمية بالنسبة لعملية التطور في ثلاث نقاط هي:

١ ـ أن البرنامج الجيني ليس هو بذاته مادة بناء الكائن الجديد، وإنما هو فقط مصدر التعليمات التي بموجبها يتكون النمط المظهري لهذا الفرد. ٢ـ أن الطريق من الأحماض النووية إلى البروتينات ذو اتجاه واحد، فالإشارات التي بموجبها بُنيت هذه البروتينات لا يمكن إعادة ترجمتها وتصديرها من البروتين إلى الحمض النووي. ٣ ـ جميع الكائنات المتعضية من أدناها إلى أرقاها متشابهة، ليس فقط في الشفرة الوراثية بل أيضا في معظم الآليات الجزيئية الأساسية المتحكمة في بنية أجسامها ومختلف أوجه نشاطها الحيوي.



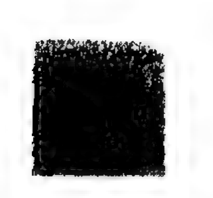
**أسباب عديدة... حلول عديدة**

إن نجاحنا في حل الكثير من المسائل البيولوجية المختلف عليها منذ أيام «داروين» يرجع إلى ما يتحلى به فكر التطوريين من المرونة التي تجلت في نقطتين رئيسيتين: الأولى هي الاعتراف بأهمية تعددية أسباب الظواهر البيولوجية، وبخاصة منها ما يتعلق بعملية التطور، حيث إن لكل ظاهرة أسبابا قريبة وأخرى بعيدة، ومن أمثلة ذلك تضافر عمل المصادفة مع الانتخاب، أو التوزيع الجغرافي للعشائر مع التغيرات الجينية للأفراد في ظهور الأنواع الجديدة من الكائنات.

وبناء على معرفتنا الدقيقة بحجم الدور الذي يلعبه كل عنصر من مسببات حدوث الظاهرة، يكون فهمنا لطبيعة عقدة المشكلة المصاحبة لها، وبالتالي نجاحنا في حلها وإزالة شبهة التناقض والغموض، ومن أمثلة ذلك تحديد ما إذا كانت آلية الانتخاب التناسلي قد نشأت قبل التزاوج أو بعده، ومدى أهمية تعدد المجموعات الكروموسومية Polyploidy، وإعادة التركيبة الكروموسومية Chromosomal Reconstruction، وغير ذلك من العوامل المؤثرة في النمط الجيني وبالتالي في نشوء المسارات التطورية عبر ملايين السنين من عمر الأرض.

والخلاصة هي أن اختلاف حلول القضايا التطورية راجع إلى تنوعها واختلاف طبيعتها، وإن كان هذا الاختلاف لا ينفي توافقها مع الأنموذج الذي صممه «داروين» لعملية التطور وأصل الأنواع. والدرس الذي علينا أن نعيه من هذا هو أنه لا وجود للتعميمات في مجال البيولوجيا التطورية.





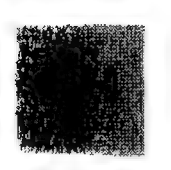
# 10 أي تساؤلات يطرحها علم البيئة؟

«الطبيعة... «إقطاعيات» عديدة».

جوزيف جرينل

علم البيئة Ecology هو أكثر فروع العلوم البيولوجية تشعبا وجدارة بالتدبر، ولعل الكل مجمعون على تعريفه بأنه العلم الذي يتناول بالدراسة تلك التفاعلات الدائرة بين الكائنات المتعضية والوسط المحيط بها بشقيه: الحي وغير الحي، ولكن هذا التعريف واسع المحتوى لدرجة هائلة، فما هو إذن مجال الدراسة الحقيقي لعلم البيئة؟

ومصطلح «إيكولوجي» قد صاغه «هيكل Haeckel» (١٨٦٦) تعبيرا عما وصفه بأنه «شؤون بيت الطبيعة». ولكنه ما لبث بعد ثلاث سنوات أن طرح تعريفا أكثر تحديدا يتضح من قوله: «إن ما نعنيه بكلمة «ايكولوجي» هو دراسة مجموعة العلاقات التي تربط الحيوان بالوسط المحيط به عضويا كان أو غير عضوي، وبشكل مباشر أو غير مباشر. فكلمة «إيكولوجي» ـ باختصار ـ تعني دراسة كل التفاعلات المعقدة المتبادلة بين الكائنات والتي أشار إليها «دارون» بأنها عناصر الصراع من أجل الوجود...».

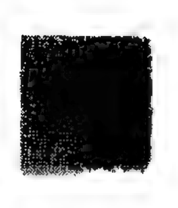


ومع اعترافنا لـ «هيكل» بفضل الأسبقية في تبني علم البيئة نرى وجوب التنويه بأن هذا العلم لم يصبح مجال نشاط حقيقي إلا في عام ١٩٢٠، بل إن تأسيس الجمعيات والمجلات المعنية بالدراسات البيئية كان لاحقا لهذا التاريخ.

## تاريخ موجز لعلم البيئة

منذ عصر «أرسطوطاليس» وحتى عصر «لينيوس» و«بفن» ودراسة التاريخ الطبيعي يغلب عليها الطابع الوظيفي، ولم يقتصر دارسو الطبيعة آنذاك على تسجيل مشاهداتهم، بل كانوا أيضا يعقدون المقارنات ويقترحون النظريات الإيضاحية التي تعكس روح العصر» ـ عصر ظهور علم التاريخ الطبيعي (القرن الثامن عشر والنصف الأول من التاسع عشر) ـ حيث كانت الأيديولوجية السائدة ذات مفاهيم لاهوتية يعم بمقتضاها الانسجام كل ما يجري في الطبيعة، فالصراع بين الكائنات من أجل البقاء، واستقرار الحياة والأحياء نتيجة للتوازن بين الكثرة المفرطة في النسل وعوامل الفناء (كالأمراض، والتطفل والافتراس وسوء الأحوال المناخية). كل هذه كانت في رأي دارسي الطبيعة آنذاك أمورا محمودة تجري في خطة محكمة وفقا لمشيئة مطلقة، وهذا هو ما كانت تعكسه كتابات «لينيوس» و«وليم بالي W.Paley» و«وليم كيرباي W.Kirby».

وعلى أي حال لم يكد القرن التاسع عشر ينتصف حتى فقد علم اللاهوت الطبيعي سيطرته الفكرية، وأفسح الطريق للعلمانية، التي ازدادت قوتها رسوخا جعل دراسات التاريخ الطبيعي تتجه وجهة جديدة، فلم تعد تقتصر على المشاهدة والوصف، بل أضافت إلى ذلك المقارنة والتجريب والاستنباط واختبار النظريات التفسيرية. وتوافر هذه الاركان أكسب التاريخ الطبيعي مقومات علم البيئة متأثرا بمذهبين رئيسيين: الفيزيكالية والتطورية. وتمتد جذور الاتجاه الفيزيكالي إلى عام ١٨٠٥ عندما نشر ألكسندر فون همبولت Alexander Humboldt» بحثه عن الجغرافيا البيئية للنباتات، معطيا أهمية قصوى لدرجة الحرارة كعامل متحكم في كثافة الغطاء الخضري أفقيا ورأسيا، وامتدادا لهذا العمل الرائد نشر «هارت ميريام Hart Merriam» في عام ١٨٩٤ مسحا جغرافيا عن المناطق النباتية في منطقة سان فرنسيسكو في شمالي الأريزونا أكد فيه أن ازدهار الغطاء الخضري في تلك المنطقة راجع إلى الحرارة. وتماشيا مع هذا الاتجاه دأب دارسو جغرافية النبات الأوروبيون على تأكيد دور العوامل الفيزيائية وبخاصة درجة الحرارة والرطوبة.



أمـا بالنسبـة لمذهب التطورية، فـقـد بدأ يمارس أثره القـوي في تطور الدراسـات البيئية عندما نشر كتاب «أصل الأنواع» الذي انتقد فيه «دارون» الفكر اللاهـوتي وأعطى الظواهر الطبيعية (كالتنافس والتكيف) مفاهيمها المحددة. وفي الوقت نفسه رفض «دارون» الفكر الغائي Teleology، واعترف بدور المصادفة في تقرير مصير أنواع الكائنات وعشائرها. وعلى هذا المنهاج سار علماء البيئة المحدثون.

من بعد «دارون» اتسعت دائرة علم البيئة لتشمل جميع التغيرات السلوكية والفسيولوجية التي تهيئ الكائن الحي للتواؤم مع نمط حياته أو مع الوسط الخاص الذي يعيش فيه. بل إن المشتغلين بالدراسات البيئية أصبحوا يتصدون لمشاكل بيولوجية كانت، حتى وقت قريب، واقعة خارج دائرة اهتمام علماء البيئة، وبعض هذه المشاكل تطل برأسها من خلال تساؤلات بعضهم مثل: «لماذا توجد هذه الكثرة من أنواع الكائنات؟» و«كيف تتقاسم هذه الكائنات الموارد الطبيعية المتاحة فيما بينها؟» و«لماذا تظل معظم الأوساط البيئية مستقرة نسبيا معظم الوقت؟» و«أيهما أقوى أثراً في تحقيق مصلحة النوع: العوامل الحيوية أم العوامل الفيزيقية؟». و«ما الخصائص الفسيولوجية والسلوكية والمورفولوجية التي تحقق لأفراد النوع التواؤم مع الوسط المحيط بها؟».

## علم البيئة اليوم

يمكن تقسيم علم البيئة الحديث إلى ثلاثة قطاعات: علم بيئة الأفراد، وعلم بيئة النوع وعلم بيئة التجمعات أو العشائر، ولقد كان علماء الحيوان يركزون على مشاكل القطاعين الأول والثاني، بينما كان علماء النبات يركزون على قضايا بيئة التجمعات، ولربما كان «هاربر Harper» أحد أوائل - إن لم يكن أول - علماء النبات تصديا لدراسة مشاكل بيئية على مستوى النوع، التي كانت حتى ١٩٧٧ حكرا على علماء الحيوان، ولكن حتى الآن، مازالت دراسة البيئة النباتية - في مجملها - مختلفة عن دراسة البيئة الحيوانية. أما بيئة الفطر وبدائيات النوى فلا يكاد يكون لها وجود، على الأقل تحت هذا الاسم.

## علم بيئة الأفراد

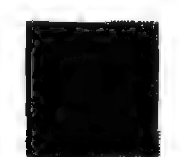
امتدادا لنشاط دارسي الطبيعة (رواد الدراسات البيولوجية) انصب اهتمام علماء البيئة في النصف الثاني من القرن التاسع عشر على دراسة المسوغات البيئية لأفراد نوع الكائن موضوع الدراسة ومنها: دورة حياة الفرد، ودرجة تحمله لتغيرات الطقس والموارد التي تلبي احتياجاته، والعوامل التي تتحكم في بقائه (الأعداء والأمراض والأفراد المنافسة)، وكذلك صور المواءمة التي يجب أن تتوافر لدى الفرد ليواصل حياته، في الوسط الذي يشاركه فيه باقي الأفراد من نوعه نفسه، ومنها: النشاط الليلي، والهجرة والبيات الشتوي وغير ذلك من الآليات الفسيولوجية والسلوكيات، التي تمكن الكائنات من البقاء والتناسل تحت ظروف متطرفة تتراوح ما بين برد المناطق القطبية القارس وحر الصحارى اللافح.

ومن زاوية بيئة الفرد فإن الدور الرئيسي للوسط المحيط هو الاستمرار في التأثير في الأفراد بما يحافظ على حالة الاستقرار التي يحققها الاصطفاء... وهذا هو بالضبط ما يجول بخاطر أي معتنق لـ «الداروينية» حيث يكون الوسط المحيط بشقيه الفيزيائي والحياتي هو الذي يقوم بالدور الرئيسي في عملية الانتخاب الطبيعي. فكل ما أوتي الفرد من مقومات فسيولوجية أو سلوكية ومن مكونات مظهرية أو مخبرية (جينية)، إنما تطور لصياغة علاقته المثلى مع الوسط المحيط به.

## علم بيئة النوع

ويمثل المستوى الثاني من علم البيئة، ويسمى أيضا «بيولوجية العشيرة Population Biology»، فموضوع دراسته هو العشيرة المحلية Local Population التي هي على اتصال بعشائر أنواع أخرى. وجوانب الدراسة هي: دراسة كثافة العشيرة (عدد الأفراد في وحدة مساحية محددة) ومعدلات الزيادة أو النقص التي تعتريها سواء بشكل طبيعي (معدلات الولادة أوالوفيات) أو نتيجة لتغير الظروف (كالهجرة عند نقص الموارد)..وهلم جرا.

ومتابعة تاريخ هذا المجال تكشف أنه كان مواكبا لنشأة مدرسة المسح الرياضي التي لمعت فيها أسماء مثل «ر. بيرل R. Pearl» و«ف. فولترا v.Volterra.» و«أ. ج لوتكا A.J.LOTKA»، الذين أسهموا بأعمالهم في



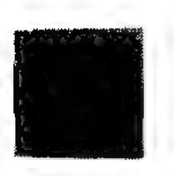
دراسة نمو العشائر والعوامل المؤثرة فيه. والأهم من ذلك بالنسبة لمن يمارس الدراسات البيئية هو ما كتب عن المجتمعات الحيوانية واقتصادياتها ضمن كتاب «بيئة الحيوان» لـ «تشارلز إلتن Charles Elton»، ومنذ تاريخ نشر هذا الكتاب في عام ١٩٢٧، وبيولوجيا العشائر معترف بها كفرع متميز من علم البيئة.

غير أن دراسة بيولوجية العشائر، بالطريقة التي تناولها بها هؤلاء المساحون الرياضيون، كانت نمطية، حيث إنها أهملت التغيرات الجينية التي تتم بين أفراد العشيرة الواحدة. ومن ثم فقدت العشيرة مدلولها التطوري وتحولت إلى مجرد شريحة مجتمعية. وهذا يفقد تلك الدراسات أهم الأركان الواجب توافرها في الدراسات البيئية التي يجب أن تضع التميز الجيني لأفراد العشيرة في بؤرة اهتماماتها.

## المباءة Niche: (المجال الحياتي)

من الخصائص المميزة للنوع (بمفهومه البيولوجي الحديث) أن له مجالا حياتيا خاصا من الوسط البيئي (الذي يضمه مع غيره من الأنواع)، تستمد أفراده منه كل احتياجاتها المعيشية. وهذا هو المفهوم الكلاسيكي للمباءة لدى قدامى البيئيين وفي مقدمتهم «جوزيف جرينل Joseph Grinnel» الذي كانت الطبيعة في نظره مكونة من «إقطاعيات» عديدة، كل منها مناسب لنوع بعينه من الكائنات الحية، وقد شاركه «تشارلز إلتن» هذا التصور الذي على أساسه تكون المباءة جزءا من الوسط البيئي.

وفي وقت لاحق جاء «إيفيلين هتشنسن Evelyn Hutchinson» بتعريف مختلف للمجال البيئي الخاص بالنوع هو أنه مجال متعدد الأبعاد للموارد المعيشية، ولكن كتابات أتباع هذا الرأى توحي بأن المباءة ليست جزءا من متعلقات الوسط البيئي، بل هي متعلقات النوع: توجد حيثما وجد وتنعدم بغيابه، ولكن هذا المفهوم مخالف للواقع الذي يمكن لأي دارس للطبيعة اكتشافه في أي إقليم، وخير ما يدل على ذلك هو عدم وجود طيور «نقارات الخشب» في غابات «غينيا الجديدة» رغم تشابهها الشديد ـ من حيث التركيبة البيئية والأنواع النباتية ـ مع غابات «بورنيو» و«سومطرة»، حيث يوجد في كل منها قرابة ثلاثين نوعا من هذه الطيور. معنى ذلك أن



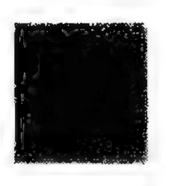
توافر الاحتياجات المعيشية لنوع معين من الكائنات الحية في موقع جغرافي معين، لا يترتب عليه بالضرورة وجود هذا النوع فيه، ولهذا كان نقص أي من هذه الاحتياجات (حتى لو كان عنصرا كيميائيا في التربة) يشكل «مانعا» فعليا من وجود النوع أو الأنواع التي يشكل هذا العنصر أحد مقومات حياتها.

وانعدام وجود أي نوع من الكائنات الحية في منطقة معينة لا يرجع دائما إلى خلوها من بعض أو كل مقومات حياة أفراد هذا النوع، بل إن من أسبابه أيضا وجود أحد مقومات فنائها كالمبيدات الحشرية، والأعداء الطبيعية وفي مقدمتهم المفترسات. ويطلق على كل ما يمنع وجود أي نوع من الأحياء في أي منطقة (سواء أكان نقصا لما هو ضروري أم وجوداً لما هو ضار) اسم «عامل محدِّد»، لأنه هو الذي يرسم الحدود غير المنظورة بين المباءات المتجاورة.

ولهذا الأمر أهميته الخاصة إذا لم توجد الحواجز الجغرافية Geographic Barriers (كالمسطحات المائية بين الجزر والقارات، وكالجبال بين أقاليم القارة الواحدة). ولعل «دارون» في كلامه عن التنافس على الموارد المحدودة بين الأنواع المختلفة التي تعيش على مناطق متجاورة في قارة واحدة ـ لعله كان يعني أحد هذه الحواجز غير المنظورة التي تفصل بين المباءات المختلفة.

### التنافس Competition

علاقة حياتية تنشأ بين الأفراد ذوات الاحتياجات المعيشية المتماثلة سواء أكانت تنتمي إلى نوع واحد أم إلى أنواع مختلفة، وهي ظاهرة كانت معروفة لدارسي الطبيعة منذ زمن طويل، وقد وصف «دارون» آثارها بقدر كبير من التفصيل. والتنافس بين أفراد النوع الواحد هو إحدى الآليات الكبرى الفاعلة في حدوث الانتخاب الطبيعي، ومن ثم فهو موضع اهتمام المشتغلين بالبيولوجيا التطورية. أما التنافس بين الأفراد المنتمية لأنواع مختلفة فهو مجال اهتمام المشتغلين بعلم البيئة لأنه أحد العوامل التي تؤدي إلى انقراض أحد الأنواع المتنافسة، وفي كتابه «أصل الأنواع» وصف «دارون» هذا النوع من التنافس الذي اعتبره سببا في

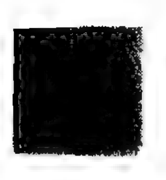


فناء بعض الأنواع المحلية من حيوانات «نيوزيلندة» ونباتاتها نتيجة لعدم صمودها في معركة التنافس مع الأنواع التي وفدت ـ أو أوفدت ـ عليها من أوروبا.

والتنافس لا ينشأ ما دام المورد الطبيعي عامرا بالاحتياجات المعيشية بالقدر الذي يكفي كل الأفراد أو الأنواع الموجودة في المكان الواقع في نطاق هذا المورد، وهذا التعايش مألوف بين معظم آكلات العشب، ويقلل من احتمالات التنافس تعدد الموارد بما يتيح تحول الافراد، عن المورد الذي ينضب، إلى أحد الموارد البديلة الغنية وبخاصة إذا تنوعت بما يناسب اختلاف الأنوع في تفاصيل احتياجاتها الغذائية. ولكن التنافس وارد الحدوث إذا زاد نسل هذه الكائنات عن الحد الذي يتناسب مع ما تمنحه الموارد المتاحة. وتزداد احتمالات حدوث التنافس وشدته إذا تشابهت الاحتياجات الغذائية للأفراد الموجودة بالقرب من المصدر، وهذا أمر مؤكد إذا كانت تنتمي إلى النوع نفسه، ولكنه أيضا محتمل الحدوث بين أفراد الأنواع المختلفة كالتنافس بين بعض أنواع القوارض آكلة البذور والنمل الذي يعتمد على هذه البذور كطعام رئيسي، ومن طبائعه أن يجمع أكثر مما يأكل ويختزن للمستقبل.

وحدوث التنافس ليس مقتصرا على الافراد بل قد يجري بين مجموعتين من الآهلات الحيوانية Fauna أو النباتية Flora، وفي هذه الحالات تكون له آثار واضحة وممتدة لعل أبرزها خلو المنطقة من أفراد الآهلة المغلوبة، وهذا هو أحد أشكال «التسجيل البيئي» الذي يمكن عن طريقه الاستدلال على حدوث الظاهرة بعد زوالها بزمن طويل، ولقد دلت دراسة الأحافير على حدوث حالة من التنافس الجماعي في أواخر العصر البليوسيني Pliocene، عندما أغارت بعض أنواع الثدييات من أمريكا الشمالية على الجنوبية (وكانت القارتان آنذاك متصلتين عن طريق مضيق باناما)، ولم تصمد ثدييات أمريكا الجنوبية أمام الغزاة في معركة التنافس على الموارد المحدودة.

والمسألة التي كانت محل خلاف في الرأي هي: إلى أي مدى يمكن للتنافس أن يحدد «التركيبة الأحيائية»[1] للمنطقة التي دارت فيها المعركة؟ إن صعوبة الإجابة عن هذا السؤال سببها استحالة الملاحظة المباشرة لعملية



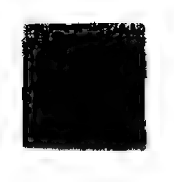
التنافس. حيث لا يمكن الاستدلال على حدوثها إلا بما نتج عنه من ازدهار النوع الأقوى على حساب النوع الأضعف. ولقد أجرى العالم الروسي «جاوس Gause» عديدا من التجارب المعملية على «ثنائيات» من أنواع الحيوانات المتنافسة، وأسفرت المشاهدات عن أن انقراض أحد النوعين المتنافسين لا يحدث إلا في حالة عدم توافر مورد بديل للطعام، وتأسيسا على هذه النتائج ـ بالإضافة إلى مشاهداته الميدانية ـ وضع «جاوس» ما أسماه: «قانون الاستبعاد التنافسي Law of Competitive Exclusion» الذي بموجبه لا يمكن لنوعين مختلفين التواجد في مباءة واحدة. وبعد ذلك اكتشفت حالات أخرى عديدة، تبدو كاستثناءات من هذه القاعدة، غير أنه من الممكن في العادة إخضاعها لها إذا ما تبين أن النوعين ـ وإن كانا بالفعل متنافسين على مورد رئيسي مشترك ـ إلا أن ما يشغلانه بالفعل ليس مباءة واحدة بالتحديد، وإنما مباءتان متداخلتان في جزء مشترك. وللتنافس بين أنواع الكائنات الحية أهمية تطورية كبرى، فهو ـ كما عرفنا ـ مصدر ضغط انتخابي مزدوج الأثر على الأنواع المتعايشة في بيئة مشتركة يؤدي إلى التشعب المورفولوجي من ناحية، وإلى الانتشار من ناحية ثانية، ولعل هذا هو ماكان «دارون» يعنيه بما أسماه «مبدأ التشعب Principle of Divergence». وعندما يشتد التنافس يتم ما يسمى، تجاوزا، «الانتخاب النوعي Species Selection». الذي ما هو في الحقيقة إلا محصلة انسحاب معظم أفراد النوع الأضعف وموت الأفراد الباقية، وهي عملية لا تتوافر فيها مقومات الانتخاب بمفهومه التطوري، ولهذا يري المؤلف التعبير عن هذه الظاهرة باسم بديل هو: «الإحلال النوعي Species Replacement».

والتنافس بين الحيوانات يكون عادة على الطعام، وبين نباتات الغابات على الضوء، أما بين الكائنات المستقرة في قيعان المسطحات المائية الضحلة، فقد يكون التنافس على المكان (وهذه أمثلة قليلة من قائمة طويلة تضم كل مقومات حياة الأطراف المتنافسة). وفي العادة تزداد حدة التنافس كلما تناقصت الموارد أو زادت كثافة الأطراف المتنافسة. وعلى الرغم من أن التنافس يتصدر مجموعة العوامل المرتبطة بكثافة الآهلات والمنظمة أيضا لنمو العشائر فإنه ليس وحده على قمة القائمة، إذ يشاركه إياها عامل آخر هو الافتراس Predation.

## الإستراتيجيات التناسلية وكثافة العشيرة

تقاس كثافة عشيرة أي نوع من الكائنات الحية بعدد أفراده في وحدة مساحية محددة، وهذه الكثافة هي محصلة التوازن بين عوامل بقاء النوع وعوامل فنائه. وتتمثل عوامل البقاء بشكل رئيسي في الكفاءة التناسلية، حيث يلاحظ أن الخصوبة الجنسية تكون دائما أعلى بكثير، مما يحقق الكثافة المعروفة للنوع، ولو أن ذرية أول زوجين أتيح لها أن تتناسل من دون أن يموت أي فرد من ذريتها، وتكرر ذلك أجيالا عديدة، إذن لوصلت كثافة النوع إلى ما لا نهاية. وبالطبع هذا لا يحدث إطلاقا بسبب تدخل عوامل الفناء وفي مقدمتها العقم (العامل الأساسي في تحديد النسل) والموت سواء أكان طبيعيا أم بفعل الجوع أم المرض أم الوقوع في براثن المفترسات أم العجز عن تحمل الظروف البيئية السيئة. ونتيجة لهذا، فإن نسبة ضئيلة جدا من ذرية كل جيل هي التي تبقى لتنسل الجيل التالي وهكذا.

ولقد لاحظ البيولوجيون المهتمون بدراسة «ديناميكية العشائر» أن كثافة العشيرة (بصرف النظر عن تأرجحها بالزيادة والنقصان من حين إلى حين في النوع الواحد)، إلا أن متوسطها - تحت الظروف المكانية والزمانية نفسها - يختلف كثيرا جدا في الأنواع المختلفة حتى لقد يصل في أحدها إلى ضعف (أو ربما أضعاف) قيمته في نوع آخر. ولهذا لجأ الدارسون إلى تصنيف أنواع الكائنات الحية حسب درجة كثافة العشيرة إلى مجموعتين رئيسيتين: الأولى تتسم باتساع نطاق حجم العشيرة وشدة تأرجحه بين الزيادة والنقصان، وتضم الأنواع التي تجمع بين الخصوبة الجنسية العالية وقلة التنافس النوعي، وهذا هو سبب ارتفاع كثافة عشائرها في الظروف العادية، وبتتبع تاريخ حياة أنواع هذه المجموعة لوحظ أنها كثيرة التعرض للإبادة الجماعية، وكأن الكوارث الطبيعية تستهدفها، ويزعم المتخصصون في «ديناميكية العشائر» أن هذه الأنواع تتبع «إستراتيجية تناسلية» خاصة تزيد من ذريتها بما يعينها على تعويض ما يهلك، بحيث يتحقق لها هذا النمو المميز في حجم العشيرة، واعتبروا هذه الإستراتيجية» ذات طابع انتخابي، وقد رمزوا لها بالرمز «R.Selective Strategy».



أما المجموعة الثانية فتتسم بثبات حجم العشيرة عند حد متواضع نسبيا، وهي الأنواع التي يتميز أفرادها بطول العمر وتأخر سن النضج الجنسي وقلة النسل (غالبا بيضة واحدة أو جنين واحد في كل تزاوج ناجح)... كما أنها عرضة للتنافس الشديد فيما بينها والمنافسة القوية من الأنواع الأخرى، وقد أطلق المختصون على الإستراتيجية الانتخابية لهذه المجموعة مصطلح «K.Selective Strategy».

ولقد تبين رواد علم البيئة أن معدلات الموت تزداد كلما ارتفعت كثافة العشيرة. ولقد ساق «دافيد لاك David Lack» الأمثلة والشواهد على ذلك، موضحا أن كثافة العشيرة عندما ترتفع إلى حد معين يزداد تأثر أفرادها بالعوامل السيئة، وفي مقدمتها التنافس والمرض وندرة الطعام وضيق المأوى وشراسة المفترسات. وقد دفع هذا الاكتشاف إلى تبني وجهة نظر خلاصتها أن للعشيرة قدرة على التنظيم الذاتي، وإن كان أثر هذه القدرة الخفية لا يظهر عادة إلا في إطار «الانتخاب الجماعي» Group Selection (انظر الفصل الثامن). وسرعان ما تبين أن هذا المفهوم لا ينطبق إلا على عشائر الحيوانات الاجتماعية؛ ومن ثم قام «لاك» و«وليامز G.C. Williams» وآخرون بمراجعة هذه النظرية، وأثبتوا أن ارتباط معدلات الموت بحجم العشيرة - وغيره من الظواهر العشائرية (مثل إقليمية التوزيع، ومعدلات التناسل والانتشار) يمكن تفسيرها في ضوء مبدأ الانتخاب الطبيعي (وغيره من أشكال التي سيأتي بيانها في الفصل الثاني عشر). وهكذا فقدت فكرة التنظيم الذاتي «شعبيتها» ولم تعد تؤخذ مأخذ الجد.

على أن فريقا آخر من علماء البيئة (في طليعتهم «أندري وارثا Andre Wartha» و«بيرش Birch») زعموا أن الطقس يمكن أن يتحكم في مواصفات العشيرة بطريقة تشجب أثر كل العوامل المرتبطة بكثافتها . ولهذا الزعم وجاهته: فكلنا يعلم أن لقسوة زمهرير الشتاء وقيظ الصيف وحرقة الجفاف وما إلى ذلك من أحوال الطقس السيئة أثرا «كوارثيا» في عشائر الحيوانات وخصوصا الحشرات وغيرها من اللافقاريات. وعموما فإن التحليل الدقيق لديناميكية العشائر وما يربطها من مؤثرات خارجية وداخلية، يكشف لنا أن التغيرات التي

تعتريها محكومة بعوامل من كلتا المجموعتين: الفيزيائية (متمثلة في ظروف الطقس) والأحيائية (متمثلة في القدرة التناسلية، والتزاحم والتنافس ونشاط المفترسات).

### الفريسة والمفترس والتطور التنسيقي Co-evolution

في معظم الأحوال يبقى حجم عشيرة النوع الواحد شبه ثابت على مدى أعوام متصلة، ولكن في حالات أخرى قليلة يتراوح حجم عشيرة النوع بين الزيادة والنقصان إما دوريا أو بصفة غير دورية. ولقد درس «إلتن» (١٩٢٤) هذه الظاهرة ونشر عنها بحثا أوضح فيه أن التغيرات في حجم عشائر بعض أنواع القوارض والأرانب البرية ( وغيرها من صغار آكلات العشب)، تؤدي إلى تغيرات مماثلة لها ومتوازية معها في حجم عشائر مفترساتها ومنها الثعلب القطبي. ومن المعروف أن صغار القوارض القطبية تتزايد أعدادها في دورات تتكرر كل ثلاث أو أربع سنوات، وكذلك الحال بين مفترساتها. أما الأرانب البرية ـ وهي أكبر حجما ـ فإن دورة تكاثرها تتكرر كل تسع سنوات إلى عشر، متزامنة في هذا مع دورة تكاثر مفترساتها. ولقد ظل مجهولا أيهما التابع وأيهما المتبوع من حيث التغير في حجم العشيرة: الفريسة أم المفترس؟ ولكن الآن أصبح من المعروف أن دورة كل مفترس هي التي تتبع دورة فريسته المفضلة وليس العكس.

ومن مشاهداتنا لظاهرة الافتراس بين مختلف أنواع الكائنات الحية، يمكن الزعم بأن زيادة النشاط الافتراسي تدفع إلى تزويد كل نوع من الفرائس بما يعين على حماية حياته من المفترس بشتى الوسائل، ومنها تكوين الهيكل الخارجي الثقيل[1]، وعادة حفر الجحور وإفراز المواد المنفرة الرائحة أو سيئة الطعم وهكذا كما لو كان بين كل مفترس وفريسته نزعة إلى «تصعيد سباق التسلح» في الحرب الدائرة بينهما، مثل ما هو معروف أيضا في عالم النباتات. حيث يلاحظ أن خاصية تكوين الكيماويات الطاردة (وخصوصا القلوانيات alkaloids) تحمي النبات من الحيوانات آكلات الأعشاب، وإن كان لبعض هذه الحيوانات القدرة على التعامل مع هذه الدفاعيات الكيمياوية لكي تواصل أكل العشب.

وحدوث مثل هذه التغيرات المزدوجة ليس مقتصرا على الافتراس، بل هو معروف أيضا في حالات التكافل mutualism والمعايشة symbiosls والتطفل parasitism وغيرها من صور العلاقات البيولوجية، وعندما تتأصل هذه التغيرات في طرفي العلاقة، يتم ما يمكن أن نسميه «التطور التنسيقي»، الذي قد يوجد بين حيوان وحيوان أو بين حيوان ونبات أو بين نبات وحشرة، أو بين حشرة وحيوان أو بين حشرة وحشرة. وفي كل الحالات يكون التطور التنسيقي هو السبب الرئيسي في نجاح العلاقة بين الطرفين واستمرارها كمظهر لبقاء العشيرة في حالة توازن.

والتوازن بين الطرفين هو القاعدة العامة، ولكنه قد يختل خصوصا في حال الافتراس، حيث قد يصبح نوع الفريسة مهددا بالهلاك في منطقة معينة نتيجة للنشاط الزائد للمفترس (خصوصا في بداية وفوده على المنطقة). ولكن في العادة ينجو من الهلاك بعض أفراد الفريسة، ولأنها لا تكفي لإعاشة الأعداد الكبيرة من المفترس، فإن كثافة عشيرته تتدهور مما يتيح الفرصة أمام هذه الشرذمة من أفراد الفريسة لأن تتكاثر إلى أن تستعيد كثافتها العشائرية. والحقيقة أن هذه العلاقة المتعددة الوجوه بين الفريسة والمفترس تشكل مجالا خصبا للبحوث البيئية ذات الأهمية التطبيقية، وبخاصة بالنسبة للمكافحة الأحيائية للآفات الزراعية.

### السلسلة الغذائية والهرم العددي

كان الباحث البيئي «إلتون Elton» ـ فيما نعلم ـ أول من أشار إلى علاقة الآكل بالمأكول في الآهلات الأحيائية التي تتوالى أنواعها وفقا لهذه العلاقة في سلسلة غذائية، أولى حلقاتها هي النباتات القادرة على بناء المادة الغذائية من مكونات غير عضوية (عملية التمثيل الضوئي). وهذه النباتات هي طعام الحيوانات آكلات الأعشاب Herbivores التي تمثل ثاني حلقات السلسلة، والتي هي أيضا الطعام الرئيسي لآكلات اللحوم Carnivores التي تمثل الحلقة الثالثة، أما الحلقة الرابعة والأخيرة في السلسلة الغذائية فتمثلها الفطريات والميكروبات (وفي مقدمتها البكتيريا) التي تقوم بتحليل أجسام مكونات الحلقات الثلاث لتحصل على عناصر غذائها، ولذلك

تسمى «المحلِّلات Decomposers». وواضح من هذا أن مكونات الحلقة الأولى هي الوحيدة التي لا تعتمد على أجسام غيرها من الكائنات كمصدر لغذائها، بل على العكس هي التي تصنع الطعام لكل كائنات الحلقات التي تعلوها. ولهذا توصف هذه النباتات بـ «المنتِجات Producers» بينما توصف الأنواع المكونة لباقي حلقات السلسلة بـ «المستهلِكات Consumers». مع ملاحظة أن بعض أنواع الحلقة الثالثة (آكلات اللحوم) لا تكتفي في طعامها بلحوم آكلات العشب (الحلقة الثانية)، بل إن كبارها تفترس صغارها حتى لو كانت من نوعها نفسه.

ولو قارنا بين آكلات الأعشاب (حيوانات الحلقة الثانية من السلسلة الغذائية) وآكلات اللحوم (الحلقة الثالثة)، لوجدنا تصاعدا في متوسط حجم الفرد وتنازلا في عدد الأنواع، ويتضح ذلك لو عرفنا أن قائمة آكلات الأعشاب تتصدرها آلاف من أنواع الحشرات التي تغتذي بأجزاء النباتات المختلفة سواء في الحقول والغابات والبساتين أو في مخازن الغلال والبقول، ومن كل نوع أعداد لاتكاد تحصى من الأفراد البالغة ويرقاتها. وكلها صغير الحجم نسبيا، بينما قائمة آكلات اللحوم لا تضم الا بضع عشرات من أنواع الحيوانات (تتصدرها السباع وغيرها من الضواري والنسور وغيرها من الطيور الجوارح)، وكلها تتفوق كثيرا على الحشرات في أحجامها، ولكنها تقل عنها في عدد أفراد ذريتها، ولكن هذا التعميم له استثناءات وبخاصة فيما يخص متوسط الحجم، إذ إن من بين آكلات العشب الفيلة والزراف (ناهيك عن الديناصورات العملاقة التي انقرضت لحسن الحظ)، بينما آكلات اللحوم تضم بعض أنواع الذباب المعروف بصغر حجمه عن كثير من آكلات العشب.

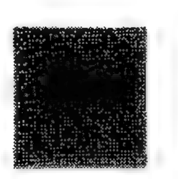
أما بالنسبة للوفرة العددية، فيبدو أن هذا الاستثناء غير موجود، فمن الثابت أن النباتات القائمة بالتمثيل الضوئي تشغل القطاع الأعظم من «الكتلة الأحيائية» على أرضنا، فإذا صعدنا إلى الحلقات التالية من السلسلة الغذائية وجدنا أن القطاع الذي تشغله آكلات العشب أصغر بكثير، وأصغر منه القطاع الذي تشغله آكلات اللحوم... حيث توجد ـ مثلا ـ القطط التي تستهلك أضعاف عددها من الفئران (التي هي حيوانات عشابية)، وهذا التناقص العددي المطرد تصاعديا هو الذي يشكل ما يمكن تسميته بالهرم العددي لحيوانات السلسلة Pyramid of Numbers.

## تواريخ الحياة والبحث التصنيفي

يعتمد نجاح الدراسات المقارنة لبيولوجية العشائر في كثير من جوانبها على مدى إلمام الدارس بتاريخ حياة الأنواع موضوع الدراسة، وبالمجموعات التصنيفية التي تنتمي إليها، ومن المأثور عن الطبيعيين الأوائل ـ وبخاصة دارسو النباتات والحشرات والأحياء المائية ـ أن معظمهم كانوا في الوقت نفسه من ممارسي الدراسات التصنيفية، ومن هنا كانت دراستهم لتواريخ حياة الكائنات الحية عونا لهم على تحديد خصائصها المميزة ومن ثم تصنيفها بكل دقة. صحيح أن هذه المهارة المزدوجة قد أصبحت أكثر ندرة منذ استقلت الدراسات البيئية عن علم التاريخ الطبيعي، ولكن أحسن التصنيفيين هم الذين احتفظوا بوضعهم كأحسن الدارسين للطبيعة.

من الواضح أن دراسة تواريخ حياة النباتات والحيوانات قد بقيت موضع اهتمام المشتغلين بالدراسات البيئية. ففي حالة النباتات يلاحظ أن تقسيمها إلى «حولية» و«موسمية» مبني على أساس مدة دورة حياتها، كما أن تصنيفها إلى أشجار وشجيرات وأعشاب مبني على طبيعة التربة وغير ذلك من العوامل البيئية. أما في حالة الحيوانات، فالحقيقة أن النجاح التناسلي لكل نوع وبالتالي حجم عشيرته ـ إنما هو محصلة العديد من مناشطه الحياتية وعلاقاته البيئية. ومن ثم، فإن دراسة كل هذه الجوانب تقع في دائرة اهتمام أي دارس لبيولوجية العشائر.

ومع ذلك، فبعد مائة عام من العمل الدؤوب للتصنيفيين، لم يتوافر لدينا رقم يمكن الاعتماد عليه في تحديد عدد أنواع الكائنات الحية، وما زالت معرفتنا عن تاريخ حياة كل نوع منها متواضعة جداً، إذ إن ما وُصف من أنواع الحيوانات لا يتجاوز مليونا ونصف المليون نوع، فلو قدرنا عدد الأنواع الموجودة بعشرة ملايين، فمعنى ذلك أننا لا نعرف إلا ١٥٪ منها. هذا مع التحفظ الشديد لأن المؤشرات تدل على احتمال وجود ٣٠ مليون نوع ومعنى ذلك أن معرفتنا الحقيقية لا تتجاوز ٥٪ منها، وهذا المعدل يختلف إلى حد كبير باختلاف المجموعة الحيوانية. فالطيور مثلا يبلغ عدد أنواعها حوالي تسعة آلاف وثلاثمائة، ولم يرتفع هذا الرقم في خلال السنوات العشر الأخيرة إلا بما يعادل ثلاثة في الألف (مع ملاحظة أن هذه الزيادة ليست راجعة إلى اكتشاف أنواع جديدة فعلا، وإنما إلى «رفع» سلالات بعض العشائر المعزولة إلى مرتبة النوع)، وبتعبير آخر فإن



ما قد عرفناه ووصفناه من أنواع الطيور قد تجاوز ٩٩٪ من العدد الموجود منها فعلا. ولكن الوضع يختلف في اللافقاريات، إذ إن معرفتنا بأنواع الحشرات والعناكب مثلا لا تتجاوز ١٠٪ من الموجود منها فعلا، وربما كان الأمر أسوأ من ذلك بالنسبة للفطريات والأوليات والبكتيريا. بل إن دراستنا لأحيائية البحار والمناطق الحارة والمباءات الخاصة ناقصة نقصا ذريعا، وهذا هو أحد أسباب دعوة الإيكولوجيين إلى الاهتمام بتعزيز دراساتهم بحصيلة البحوث التصنيفية.

## إيكولوجية الجماعات

نشأ هذا الفرع الجديد من الدراسات البيئية في أواخر القرن التاسع عشر بعد تحرر علم البيئة من جذوره التي كانت تربطه بالتاريخ الطبيعي وجغرافية النباتات، وهذا الفرع الجديد يختلف كلية عن إيكولوجية الأفراد والعشائر، فهو يركز على دراسة بنية الآهلات التي تتألف من أنواع مختلفة من الأحياء، وهذا المنظور الجديد إلى الطبيعة يمكن اكتشاف إرهاصاته في كتابات «بَفّن»، ولكن المؤسس الحقيقي لعلم بيئة الجماعات هو «ألكسندر فون همبولت Alexender v. Humboldt» وذلك بفضل ما أنجزه من دراسات تحليلية رائدة للغطاء الخضري المتنوع الأنماط من المراعي إلى الأحراش، ومن غابات الأشجار الدائمة الخضرة إلى غابات الأشجار المتساقطة الأوراق. صحيح أنه لم يلق بالا إلى العلاقات التصنيفية بين هذه النباتات، ولكنه ركز اهتمامه في الربط بين الخصائص الجغرافية لكل منطقة ونوعية غطائها الخضري، الذي يشكل نمطا متميزا يمكن اعتباره مجتمعا بيئيا قائما بذاته.

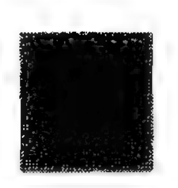
وتتلخص فكرة المجتمع البيئي في تشابه تركيبة الغطاء الخضري للمناطق ذات الخصائص البيئية المتماثلة مهما اختلف موقعها الجغرافي، ومن ثم يصبح للغابات الممطرة مظهرها المميز سواء أكانت في أستراليا أم في الأمازون، كما للصحراء مظهرها الخاص بصرف النظر عن القارة التي تقع فيها... كما تختلف، أيضا، بل وعن العلاقة التصنيفية التي لاحظ «دارون» أنها تربط أنواع النباتات التي تتألف منها الأنماط الخضرية في مختلف القارات. ومنذ بداية النصف الثاني من القرن التاسع عشر سار علماء البيئة النباتية على الدرب الذي ارتاده «فون همبولت» محاولين تشخيص هذه الأنماط الخضرية وباحثين عن السبب في وجودها.

ولقد كان أنجح إنجازات تلك الفترة في هذا المجال هو كتاب «علم بيئة النباتات»، الذي ظهر عام ١٨٩٦م لمؤلفه «يوجين وارمنج Eugene Warming» الذي كان يعتبر أبا لعلم البيئة، وكان كل أتباع مدرسته ذوي نزعة فيزيكالية قوية تتمثل في تركيزهم على الربط بين توزيع الأنماط الخضرية والعوامل الفيزيائية كالماء والحرارة والضوء، والكيميائية كدرجة الملوحة وتركيز النتروجين والفوسفور في الوسط المحيط بالنبات. ولقد كان للبحوث التي أجراها «وارمنج» في المناطق الحارة أثرها في توجيهه إلى الاهتمام بدراسة أثر هذه العوامل البيئية المختلفة باختلاف المنطقة الجغرافية للنباتات، ومن ثم أصبح اتجاه مدرسته العلمية يعرف باسم «علم البيئة الجغرافية للنباتات».

### التتابع والذروة

في مستهل القرن العشرين كان العالم الأمريكي «فريدريك كلمنتس Fredric Clements» أول من نبه إلى أثر الاضطرابات الطبيعية العنيفة في تحريك الأنماط الخضرية تتابعيا في صورة «مجتمعات نباتية». مثال ذلك ما ذكره « ثورنتون Thornton» (١٩٩٥) من تتابع ظهور النباتات البرية في جزيرة «كراكاتاو Krakatau» التي دمرها انفجار بركاني في عام ١٨٨٣ إلى أن قام عليها مجتمع نباتي متميز بعد أن كانت قاعا صفصفا.

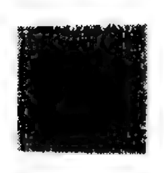
على أن المجتمعات النباتية يمكن أن تنشأ أيضا على أي مساحة مزروعة، يطول إهمالها إلى أن تتعرى تماما من غطائها الخضري، وهنا تغزوها أنواع النباتات البرية الواحد تلو الآخر. ولقد لاحظ «كلمنتس» وغيره من قدامي البيئيين أن تتابع ظهور الأنواع المشاركة في تكوين مجتمع نباتي يتم وفقا لنظام عام زعموا له صفة القانون. على أن هذا الزعم لم يتحقق بعد، ففي بعض الحالات يتم التتابع وفقا لحالة النبات إذ تبدأ الأعشاب في الظهور تليها الشجيرات فالأشجار (كما هي الحال في نشأة الغابات) وفي أحوال أخرى (وبخاصة حيث لا يتوافر الضوء الكافي)، يبدأ التتابع بالأنواع التي لا غنى لها عن الضوء ثم تليها نباتات الظل بترتيب قوة تحملها الحرمان من الضوء.



وفي هذا الإطار العام تختلف تفاصيل عملية التتابع وبخاصة من حيث أنواع النباتات التي تغزو المنطقة في كل مرحلة من مراحله، وهذا مالوحظ في مقاطعة «نيو إنجلاند New England» ومن المؤكد أن نظام تتابع ظهور مكونات أي مجتمع نباتي يتأثر بعوامل مختلفة في مقدمتها طبيعة التربة ودرجة تعرضها للشمس والرياح، وانتظام هطول الأمطار، بل وما قد يطرأ على المنطقة من أحداث غير متوقعة بفعل النشاط الاستيطاني للإنسان. ولا يفوتني في هذا المجال أن أذكر أحد رواد دارسي ظاهرة التتابع المؤدي إلى ظهور المجتمعات النباتية، وهو الباحث الطبيعي الأمريكي والشاعر «هنري دافيد ثوريان Henry David Thorian» الذي ظهرت أعماله العلمية في عام ١٩٣٣.

والمرحلة النهائية للتابع هي ما أطلق عليها «كلمنتس» وغيره من قدامى البيئيين اسم «ذروة Climax» وموعد حدوثها لا يمكن التنبؤ به. وبالتالي فإن المجتمع النباتي في ذروته لا يكون ذا تركيبة موحدة، حيث يحدث عادة قدر كبير من التحول في أنواع النبات حتى بعد اكتمال تكوين المجتمع. كما أن طبيعة ذروة أي مجتمع نباتي تتأثر بالعوامل نفسها التي يتأثر بها تتابع ظهور النباتات المكونة له. ومع ذلك فهناك في العادة نوع من التوازن بين المجتمعات المكتملة طبيعيا، كما أن تغيرها بعد اكتمالها يكون طفيفا نسبيا ما لم يتغير الوسط المحيط بها.

وذروة المجتمع النباتي في رأي «كلمنتس» وحدة عضوية متكاملة Organic Entity، بل هو يعتبرها «كائنا متعضيا فوق العادة Super organism». ولكن هذا التشخيص لم يلق قبولا حتى ممن تحمسوا لفكرة الذروة في حد ذاتها لأن «كلمنتس» اختار له تعبيرا مضللا يمكن بمقتضاه اعتبار مستعمرة النمل «كائنا متعضيا فوق العادة» لمجرد انتظام تركيبتها وتنسيق العمل فيها وفي نظام التواصل بين أفرادها. وكل هذه الظواهر لم يقم الدليل على وجودها في أي مجتمع نباتي حتى في مرحلة ذروته، ولذلك فإن كثيرا من المؤلفين يفضلون استخدام لفظ «الرابطة Associaton» بدلا من لفظ «المجتمع Community» كتعبير أكثر مرونة عما يدور داخل الجماعة من علاقات أو تفاعلات متبادلة.



ولئن كان حظ هذا النمط التفكيري من النجاح قليلا في عالم النبات، فإنه أصبح أسوأ حظا عند التوسع فيه ليشمل عالم الحيوان. هذا الذي تمخض عند ابتداع مصطلح «التركيبة الأحيائية Biome» تعبيرا عن مجموعة الآهلات النباتية والحيوانية Flora& Fauna الموجودة معا في مكان مشترك. وعلى الرغم من هذا الوجود وما قد ينشأ عنه من صور العلاقات البيولوجية بين بعض مكوناته من أنواع الأحياء فإن استعمال هذا المصطلح يوحي بوجود «وحدة متعضية»، وهذا غير دقيق إذ إنها مجرد تجمع أحيائي لا وجود بين أفراده للترابط العضوي والوظيفي المعروف في الكائن المتعضي. كما أن وجود أو نشأة كيان جماعي لكل نوع من هذه التركيبة الأحيائية لا يتوقف على وجود النوع الآخر بل ولا يتأثر به. ومع ذلك فقد استمر الخطأ متفشيا في استعمال هذا المصطلح الذي ابتدعه «كليمنتس»، ولقد كان «هربرت جليسن Herbert Gleason» (١٩٢٦) في طليعة من رفعوا راية المعارضة ضد مفاهيم «كلمنتس» عن البيئة النباتية، وسرعان ما انضم إليه عدد آخر من علماء البيئة المختلفي التوجهات، وكان وجه اعتراضهم الرئيسي هو أن توزيع نوع معين من الكائنات الحية إنما يحكمه توافر احتياجاته الخاصة (راجع ما ورد تحت عنوان «المباءة Niche»)، وانطلاقا من هذا المفهوم فإن النمط الخضري الذي يتحدث عنه «كلمنتس» إنما هو المحصلة البسيطة لمجموع الخصائص البيئية للأنواع التي يتكون منها.

### المنظومة البيئية Ecosystem

مصطلح وضعه عالم البيئة النباتية الإنجليزي أ.ج تونسلي «A.G. Tonsley» في عام ١٩٣٥ للدلالة على أي تجمع من الكائنات المتعايشة في مكان محدد بما يربطها من علاقات وما يحيط بها من ظروف فيزيائية. وبهذه الشمولية اتسعت دائرة استعمال هذا المصطلح ليحل تدريجيا محل المصطلحات الثلاثة التي ذكرناها منذ قليل وغيرها من المصطلحات التي كانت موضع اعتراض لمختلف الأسباب.

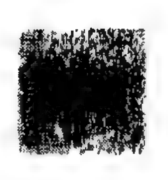
وبحلول عام ١٩٤٢ أضاف «ر. لندمان R.Lindeman» إلى مدلول المصطلح بعدا جديداً عندما نوه بدور المكونات المختلفة لأي منظومة بيئية في «تدوير» الطاقة والمادة وتحويلهما من صورة إلى أخرى، وقد



وصف أحد البيئيين هذا الدور وصفا حسنا بقوله «إن قيام أي منظومة بيئية يصاحبه بالضرورة استمرار «اقتناص» الطاقة والمادة وتحريرهما وتحول كل منهما إلى الأخرى. وكل هذا يتم من خلال الوسط المحيط بالكائنات المتعايشة في المنظومة وبفعل ممارستها لأنشطتها الحيوية ولهذا الكلام وجاهته، فكل خطوة في عملية «تدوير» الطاقة أو المادة أو تحول كل منهما إلى الأخرى إنما هي في الواقع التعبير المادي الملموس لأحد الأنشطة البيولوجية التي تمارسها النباتات والحيوانات التي تضمها المنظومة البيئية، والتي عرفنا أنها حلقات متتابعة في السلسلة الغذائية - بدءا بالتمثيل الضوئي ومرورا بأكل الأعشاب، فالافتراس أو التطفل وانتهاء بتحليل أجسام الكائنات. ولعل هذا هو ما دعا «إيفانز Evans» (١٩٥٦) إلى تحديد المجال الرئيسي لاهتمام أي باحث بيئي بأنه التقدير الكمي للمواد والطاقة في مختلف صورها قبل دخولها مجال المنظومة وبعد خروجها منه وقياس معدل مرورها فيه. ولعل جمع هذه البيانات هو الرسالة الأساسية التي اضطلع بها البرنامج البيولوجي IBP.

ولكن، ويا للأسف، يبدو أن هذا المدخل الجديد المتطور للدراسات البيئية لم ينجح في تطوير (أو على الأقل تحديث) المفاهيم القديمة، فعلى الرغم مما لاقته فكرة «المنظومة البيئية» من نجاح وذيوع طوال خمسينيات وستينيات القرن العشرين - سرعان ما تراجعت أمام التحفظات التي أثارها ضدها المعارضون، والتي تشبه تلك التي سبق أن أثارها» جليسون» ضد مصطلحات «المجتمع النباتي» والـ «تركيبة الأحيائية» و«التتابع» و«الذروة» وغيرها وفوق ذلك فإن هذه الـ «تفاعلات» بين مكونات أي منظومة بيئية كثيرة ومتشابكة لدرجة استعصاء تحليلها حتى ولو بمساعدة أكبر الحاسبات الآلية المتاحة.

وأخيرا فإن معظم شباب المشتغلين في مجال البيئة يتجنبون التصدي للدراسات ذات الطابع الفيزيقي بما تتضمنه من قياسات وتحاليل إحصائية، ويفضلون عليها دراسة المسائل التي تقتصر على مشاهدة السلوكيات ودورات الحياة، وذلك لأنها أكثر تشويقا وجاذبية، ومع ذلك فما زلنا نسمع من يتكلم عن «المنظومة البيئية» من دون أن يلقي بالا إلى دراسة

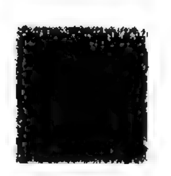


الجوانب المتعلقة بالطاقة، لأنه في الحقيقة لا يعني بكلامه شيئا أكثر من «تجمع محلي» من النباتات والحيوانات. والحقيقة أن ما يطلق عليه اسم «منظومة بيئية» لا يتوافر فيه عنصر الوحدة المتكاملة التي يتوقعها الفرد في المنظومة الحقيقية.

**التنوع**

والمقصود بالطبع هو تميز الكائنات المتعضية إلى أنواع عديدة ومتميزة سبق أن أشرنا إلى أسباب نشوئها. والسؤال الآن هو: ما العوامل المتحكمة في عدد هذه الأنواع في مكان معين؟ إن أول ما يخطر على البال، كإجابة مريحة عن هذا السؤال، هو أن عدد الأنواع في منطقة ما يتناسب عكسيا مع قسوة الظروف البيئية. وبناء على هذا التعميم نجد أن الأنواع الصحراوية أو القطبية أقل عددا، من تلك الموجودة في غابات المناطق الدافئة أو الحارة. وهذا صحيح ولكنه ليس كل شيء، فهناك عوامل أخرى غير بيئية لها أثر قوي في تنوع الكائنات ومن هذه العوامل ما هو تاريخي (كاندماج آهلتين مستقلتين في آهلة واحدة)، ومنها ما هو جغرافي (مثل كثرة الحواجز المنيعة وفي مقدمتها المسطحات المائية وسلاسل الجبال) وغير ذلك مما يزيد صلاحية المنطقة لنشوء أنواع جديدة كما يتضح من مقارنة عدد الأنواع في ماليزيا بما في الأمازون إذ يبلغ عدد الأنواع في المنطقة الأولى (وهي مكونة من عدة جزر منفصلة) ثلاثة أضعاف الموجود في الثنية (وهي أرض متصلة تكسوها الغابات).

ولطبيعة العلاقة القائمة بين أنواع الكائنات المختلفة أيضا دورها في التحكم في عدد الأنواع الموجودة في مختلف المناطق فقد يؤدي التنافس الشديد بين نوعين في منطقة معينة إلى استبعاد أحدهما أو كليهما من دائرة الصراع، بينما في منطقة أخرى يتعايش النوعان في وئام. فالأنواع المتنافسة قد تقيم فيما بينها «تحالفات» تختلف تركيبتها النوعية من مكان إلى آخر. كما هي الحال في الجزر الصغرى شرقي غينيا الجديدة، حيث تختلف نسبة الأنواع المختلفة من الحمام آكل الثمار من جزيرة إلى أخرى.



وبصرف النظر عن مدى الاستقرار النسبي الذي. تبدو عليه الجماعة الأحيائية، فإن هذا الاستقرار ما هو إلا انعكاس فعلي لحالة التوازن بين عاملين متضادين: انقراض بعض الأنواع التي كانت فيها وإعادة تعميرها بانضمام أنواع وافدة إليها. وكان دارسو أحياء الجزر هم أول من لاحظ هذه الظاهرة التي أصبحت فيما بعد موضع دراسات إحصائية، صيغ في شأنها ما يسمى «قانون الجغرافيا الحيوية للجزر» (الذي بموجبه تتناسب سرعة تحول أنواع الأحياء Over-Turn of Species عكسيا مع حجم الجزيرة). ولعل هذا هو السبب في ارتفاع نسبة الأنواع المتوطنة في الجزر الكبيرة حيث تقل سرعة تحول الأنواع.

وبالنسبة للعلاقة بين التنوع والاستقرار زعم «ماك آرثر Mac Arthur» في عام ١٩٥٥ أنه كلما زادت درجة تنوع الجماعة الأحيائية أصبحت أكثر استقرارا. ثم جاء «ماي May» بعد ذلك بحوالى ١٨ عاما يعلن أنه توصل إلى استنتاج عكسي تماما، ولم تتمكن البحوث اللاحقة من التوصل إلى اتفاق حول هذا الموضوع. على أن الأمر الواضح هو أن تركيبة أي جماعة أحيائية إنما هي نتيجة تفاعلات بالغة التعقيد بين عوامل مختلفة تاريخية وفيزيقية وحيوية، وأنه في معظم الحالات لا يمكن التنبؤ بالوضع الذي تسفر عنه هذه التفاعلات إلا على وجه التقريب، ولعل السبب في ذلك هو أن الأهمية النسبية للعوامل الفيزيائية والحياتية (وما إليها من العوامل الظاهرة) شديدة التأثر بالعوامل التاريخية، التي سبقت الإشارة إليها (وربما غيرها من العوامل غير المنظورة).

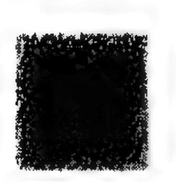
### علم بيئة الأحافير Paleoecology

عندما بلغت دراسة الأحافير مرحلة نضجها، تزايد اهتمام علمائها بدراسة بيئة الآهلات البائدة نظرا لخصوصية القضايا التي تثيرها على الرغم من صعوبة الوصول إلى استنتاجات سليمة من هذه الدراسات لاختلاف الطرق التي يتم بها تكوين الأحافير باختلاف طبيعة الكائن الذي «يمثلها». فالكائنات ذوات الأجسام الرخوة يندر أن تتحول إلى أحافير، وحتى الأنواع القابلة للتحفر بفضل صلابة هياكلها يتم «تحفرها» بدرجات واساليب شديدة الاختلاف، وفي بعض الأحيان تحفَّر جماعات كاملة من

هذه الأنواع ذوات الهياكل كما هي الحال في مستعمرات الحيوانات المرجانية التي تحللت أجسامها الرخوة وبقيت هيئتها القديمة في صورة شعاب Reefs. وهناك وسائل تكنولوجية خاصة لفحص الأحافير والاستدلال على طريقة تكوينها والظروف التي كانت سائدة آنذاك.

ولعل أجدر مجالات الأحافير بالاهتمام هو تقصي أسباب الانقراض التام للأنواع، التي تمثل مجموعة تصنيفية رئيسية بعدما كانت سائدة في أحقاب جيولوجية سحيقة، ومثال ذلك انقراض «ثلاثيات الفصوص Trilobata»، التي كانت أوسع أقسام اللافقاريات انتشارا في الحقب الباليوزوي. وقد يسهل التعرف على سبب إنهاء وجود مثل هذه المجموعات لو أنه كان متزامنا مع إحدى حالات الانقراض الجماعي المعروف سببها وتاريخ حدوثها، ولقد صح هذا التقدير بالنسبة لانقراض الديناصورات في أواخر العصر الطباشيري متزامنا مع ارتطام أحد الكويكبات «الفاريز Alvarez» بشبه جزيرة «يوقاطين»، ومن ثم فهناك إجماع على أن انقراض الديناصورات كان بسبب هذه الكارثة . أما بالنسبة لثلاثيات الفصوص، فإن انقراضها يعزى إلى هزيمتها في معركة تنافس غير متكافئة مع الرخويات، التي تتفوق عليها كثيرا من حيث الكفاءة الوظيفية، ولكن هذا مجرد استدلال فات أوان إثبات صحته.

لقد بدأت الحياة على الأرض في الماء، ثم زحفت أنواع الأحياء المائية على اليابسة (النباتات أولا ثم الحيوانات). وهذا الحدث يعد من أعظم الثورات البيئية، وعلى غرار ما حدث في الماء من ازدهار الرخويات على حساب ثلاثيات الفصوص شهدت الحياة على اليابسة ازدهار الثدييات بعد انقراض الديناصورات، على أن المملكة النباتية قد شهدت في العصر الطباشيري ايضا حدثا تطوريا أكثر شمولية من انقراض الديناصورات، ذلك هو انحسار معظم السراخس ومعراة البذور وغيرها من النباتات البدائية (اللازهرية)، التي كانت تؤلف الجانب الاعظم من الغطاء الخضري لسطح اليابسة لتحل محلها أنواع النباتات المزهرة (مغطاة البذور). ولكن هذا الحدث. على رغم اتساع رقعته يعد ثورة ناقصة إذا قورن بما حدث في عالم الحيوان (الانقراض التام للديناصورات). وهناك المزيد من التحولات البيئية الأخرى التي شهدتها الأرض بعد تعمير اليابسة، منها ما ذكره «ريجال Regal» (١٩٧٧) عن العلاقة بين



النباتات والحشرات التي اضطلعت بعض أنواعها بالدور الأكبر في عملية نقل حبوب اللقاح حتى كادت تتفوق على الرياح في هذا المضمار، وكذلك اضطلاع الطيور والثدييات بجانب كبير في عملية نشر البذور التي كانت مقتصرة على الرياح قبل ظهور الثدييات. ومن الجدير بالاهتمام أن تكون هذه التحولات راجعة إلى تفاعل بين الأنواع المشاركة في العلاقة الحياتية أكثر منها إلى عوامل فسيولوجية أو مناخية.

## قضايا خلافية في الإيكولوجيا

في مجال علم البيئة ـ خلافا لما عرفناه عن مجال التطور. انحصرت اختلافات الرأي الجوهرية في عدد قليل من القضايا التي حللناها في مواضعها من هذا الفصل، وجميعها قد استقر الرأى العام فيها على موقف محدد، ولم يبق موضع جدل إلا القليل مثل قضية العلاقة بين كثافة الآهلة الأحيائية واستقرارها (اي توقف التحول في أنواعها).

وفي كثير من القضايا البيئية محل الجدل، يبدو أن الجواب الصحيح يخضع للتعددية Pluralism، بمعنى عدم وجود قاعدة موحدة تسري على كل الحالات. ومعنى ذلك هو اختلاف الأحكام باختلاف أنواع الكائنات والبيئات والعوامل السائدة، ومن ثم فإن اختلاف أي اثنين على الحل الصحيح ليس معناه أن أحدهما مخطئ، وإنما معناه ان القضية التي اختلفا عليها متعددة الجوانب، وأن كلا منهما نظر إليها من زاوية خاصة به.

وفيما عدا ذلك فإن علم البيئة يختلف عن معظم ما عداه من فروع البيولوجيا في توافر قدر من «التوافق» بين الاسباب القريبة الظاهرة والأسباب البعيدة (التطورية)، وهذا واضح بالذات في قطاع «علم البيئة التطوري Evolutionary Ecology».

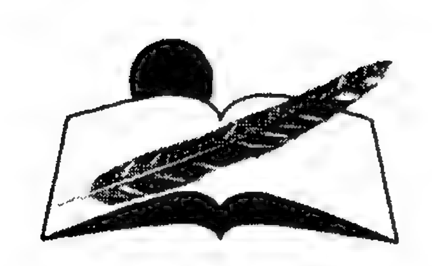
على أن الوصول إلى إجابة عن أي سؤال بخصوص أي مشاكل بيئية مختلف عليها، قد يتطلب الإحاطة بكثير من المعلومات عن غيرها من المشاكل في مجالات أخرى، فالظواهر متشابكة وكل منها تؤثر في غيرها وتتأثر بها، بحيث يتعذرالوصول إلى نتيجة نهائية إلا بعد تحليل دقيق لجميع الجوانب المتعلقة بالمشكلة محل الدراسة. ومثال ذلك أن هلاك مستعمرات طيور البحر في «نوفاجا زمليا Novaja Zemlya» بفعل بعض



المواد ذات النشاط الإشعاعي قد أدى إلى انهيار مصائد الأسماك في تلك المنطقة، وكذلك اختلال ميزان الآهلات الأحيائية في أستراليا نتيجة لاستيراد بعض أنواع الأرانب من بلاد مختلفة عنها بيئيا. كل هذه النتائج لم تكن متوقعة أبدا لأنها فيما يبدو غير مترتبة على أسباب مباشرة. ومازالت البحوث البيئية قاصرة عن وضع منهج لتحاشي مثل هذه الأحداث الضارة بالإنسان.

والجدير ذكره أن المدنية كان لها في ازدهار الآهلات النباتية أثر عميق طالما نبه إليه قدامى الطبيعيين، وقد وقع أخيرا ما حذروا منه، فتعرى كثير من الغابات في المناطق الحارة، وهلك النخيل في كثير من المناطق الدافئة، وهذا هو ما تضطلع به حركة الحفاظ على البيئة حاليا بوضع المعايير المناسبة للحد من آثاره.

وفي الختام لا ننسى أن للبشر كغيرهم من الكائنات نطاقهم البيئي الذي تربطهم في إطاره علاقات أفراد النوع الواحد، وأكثر ما يعنينا في هذا المجال أربعة جوانب هي : ديناميكية نمو الكثافة السكانية، وترشيد استخدام الموارد، وتأثير البشر في الوسط المحيط بهم، وأخيرا التفاعلات المعقدة بين الجانب الأول والجانب الثالث، فمشكلة مستقبل النوع البشري هي في النهاية مشكلة ذات طابع إيكولوجي كما قال المتخصصون في علوم البيئة.



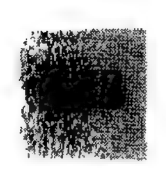
# 11 أين موضع البشر في مسيرة التطور؟

منذ أكثر الحضارات إيغالا في القدم وحتى آخر الديانات السماوية (مرورا بالفلسفة اليونانية) والجنس البشري يُنظر إليه باعتباره منفصلا تماما عن الطبيعة. وحتى حلول القرن الثامن عشر الميلادي لم يجرؤ أحد على مجرد لفت الأنظار إلى الشبه بين الإنسان والقرّدة العليا، إلا قليل من الطبيعيين كان على رأسهم عالِم التصنيف «لينيوس» الذي وصل إيمانه بهذه العلاقة حدَّ أن وضع قرود الشمبانزي ضمن الجنس «هومو Homo» الذي ينتمي إليه النوع البشري. ولكن أول من عبر بوضوح عن تحدر البشر من الرئيسيات كان فيما نعتقد العالم الطبيعي لامارك (١٨٠٩) الذي زاد فوضع خطة شرح فيها كيف تكونت لدى الإنسان القدرة على المشي على اثنتين وكيف اكتسب الوجه البشري سحنته المتميزة.

على أن نظرية «دارون» في الأصل المشترك هي التي جعلت تحدر الإنسان من أسلاف شبيهة بالقردة العليا Apes استنتاجا لا بديل عنه، نظرا لقوة الشواهد المستمدة من مقارنة الشكل الظاهري. وما هي إلا بضع سنوات حتى تراجع تماما ـ على

«من بين ما تعلمناه في السنوات الأربعين الأخيرة شيء واحد يستحق التنويه، وهو أن التطور لم يتوقف، بل ما زال جاريا وعلى الوتيرة نفسها التي سار عليها منذ بدء الخليقة متسما بالتدرج والأناة».

**المؤلف**



أيدي «هكسلي» و«هيكل» كل فكر ينسب نشأة الإنسان إلى قوى مجهولة، ولم يعد للنوع البشري «هومو سابينس Homo sapiens» ما يبرر تميزه عن عالم الحيوان الذي هو أحد مكونات الطبيعة، بل إن دراسة التاريخ التطوري للإنسان أصبحت أحد فروع العلوم البيولوجية التي هي بدورها شعبة من العلوم الطبيعية.

وشيئا فشيئا ولد علم «البيولوجيا البشرية» بفروعه العديدة التي لبعضها جذور مشتركة مع بعض فروع علم البيولوجيا العام. ولكن بعضها الآخر ذو طابع خاص بالبشر مثل: علم النفس، وعلم الدراسات البشرية (أنثروبولوجي Anthropology). ومهمة علم البيولوجيا البشرية ذات شقين مختلفين: فهي من ناحية تبرز «تفرُّد» النوع البشري بالقياس إلى غيره ومن ناحية أخرى توضح كيف أن الخصائص المميزة لنا نحن البشر قد تطورت عن خصائص أسلاف لنا من عالم الحيوان.

وهذه الحقيقة ذات الوجهين شبه المتناقضين تبدو كلغز يبحث عن تفسير. وقبل «دارون» كان «لامارك» وغيره من الطبيعيين ينظرون إلى نشأة النوع البشري على أنها الغاية المنشودة لمسيرة تطورية تستهدف الكمال، وذلك من منطلق أن الإنسان يتربع على قمة سلم التطور. وهذا تفسير غائي لم يعد له لزوم في ظل نظريات «دارون» التي تعتبر كل الظواهر البيولوجية ـ وفي مقدمتها «الانتخاب الطبيعي» ـ سارية على الإنسان بوصفه جزءا من عالم الأحياء. وهذا هو ما سلم به علماء الأنثروبولوجيا أخيرا. وعلى رغم ذلك ما زال تطور النوع البشري حتى يومنا هذا لغزا لن يتجلى عنه الغموض إلا بالإجابة عن سؤالين: الأول هو «متى وأين انفصل الخط التطوري الفرعي الذي أدى إلى ظهور النوع البشري عن الخط الرئيسي الذي نشأت منه القردة العليا؟»، والسؤال الثاني هو «ما المراحل التي مرّ بها هذا الخط بعد انفصاله إلى أن أدى فعلا إلى ظهور الإنسان؟».

### العلاقة بين البشر والقردة العليا

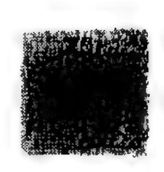
في محاولة للوصول إلى إجابة السؤال الأول نشطت مع بداية النصف الثاني من القرن التاسع عشر (في أعقاب ظهور كتاب أصل الأنواع) حركة بعثات الاستكشاف في مختلف مناطق أفريقيا وأوروبا وآسيا، أملا في العثور على أحافير لقردة عليا Apes أو غيرها من أنواع الرئيسيات يمكن الاستدلال منها على بداية الخط التطوري الذي أدى إلى نشأة الإنسان على نحو ما هو مبين في شجرة

التطور التي رسمها «دارون». وكان أول ما أمكن العثور عليه أحفورة آسيوية يقدر عمرها بحوالى ١٤ مليون سنة، أي أنها تعتبر حديثة جدا بالنسبة لتاريخ ظهور الخط التطوري المنشود (فضلا عن أنه قد ثبت عدم انتمائها إلى هذا الخط، وإنما إلى خط قردة «أورانجوتان Orangutan»)، وهكذا أفضت محاولات الاجابة عن السؤال الأول إلى طريق مسدود. أما بالنسبة للسؤال الثاني فإن نقطة الانطلاق في طريق الإجابة عنه بدأت في عام ١٨٤٩ عندما عثر في جبل طارق على بقايا أحافير إنسان «نياندرتال Neanderthal» (الذي يدل السجل الجيولوجي على أنه ظهر منذ ١٥٠ ألف سنة وانقرض بعد حوالى ١٢٠ ألف سنة) ثم توالى العثور على أحافير بضعة أنواع من الرئيسيات التي يرجح أنها كانت بواكير ظهور الإنسان الحديث، وكان أبرزها اكتشاف «إنسان بيكين» في حوالى عام ١٩٢٠.

ونظرا لتداخل الصفات المميزة لهذه الأحافير فقد كان تعريفها بأسماء علمية أمرا بالغ التعقيد، ولكن اشتراكها جميعا في صفة انتصاب القامة (التي تميزها عن القردة العليا) رجح كفة إدماجها في نوع بشري واحد أُعطي اسما علميا يستدل منه على هذه الصفة، وذلك الاسم هو «هومو إيركتس Homo erectus».

ولكن بقيت بين الإنسان وأسلافه المزعومين حلقة مفقودة لم يعثر عليها إلا في عام ١٩٢٤ عندما قدم «دارت Dart» وصفا لأحفورة من جنوب أفريقيا ذات صفات وسط بين القردة العليا والإنسان، ثم توالى اكتشاف الأحافير في أثيوبيا وغيرها من مناطق القارة السوداء (وجميعها حديثة نسبيا إذ تتراوح أعمارها ما بين ٢,٥ مليون و١,٢ مليون سنة). ولكن الصفات الدقيقة لمعظم هذه الأنواع لا تؤهلها لأن تكون أسلافا مباشرة للإنسان الحديث (فضلا عن انقراض الخط التطوري لبعضها منذ حوالى مليون سنة). وهكذا لا يبقى إلا النوع الذي وصفه «دارت» عام ١٩٢٤ واسمه العلمي «أسترالوبييكس أفريكانوس Australopithecus africanus» جديرابأن يكون السلف المباشر للجنس Homo الذي انبثق عنه النوع البشري الحديث H.sapiens sapiens.

ومع مواصلة البحوث الأنثروبولوجية في ضوء علم البيولوجيا الجزيئية تأكدت قرابة الصلة بين النوع البشري ونوع القردة العليا الذي وصف أحفورته «دارت» في عام ١٩٢٤، والذي تدل هذه المعلومات البيوجزيئية على أنه كان بداية مسار تطوري نشأت منه قردة الشمبانزي وتفرع منه أولا خط الغوريلا ثم خط النوع البشري في وقت حديث نسبيا (من خمسة إلى ستة ملايين من السنين).

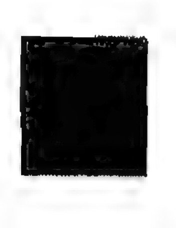


وبعد انتصاف القرن العشرين نشطت حركة الاستكشاف في قارة أفريقيا إلى أن اكتشفت في أثيوبيا - عام ١٩٩٤ - أحفورة لنوع من الرئيسيات العليا يقدر أنه عاش منذ حوالى ٤,٤ ملايين سنة (وهو تاريخ قريب من وقت انبثاق فرع النوع البشري من خط الشمبانزي)، وقد أطلق عليه اسم «اريديبيثكس راميدس Aridipithecus ramidus» وما زالت دراسة هذه الأحفورة في بداياتها. وبعد اكتشافها بقليل عثر في جنوبي وشرقي أفريقيا على أسنان وعظام أقدام أنواع من القردة العليا يعتبرها علماء الأحافير ذات وضع تطوري وسط بينها وبين النوع الذي اكتشفت أحفورته عام ١٩٩٤. وبخلاف ذلك لم تسفر البعثات الاستكشافية عن أي بقايا لأسلاف أخرى عاشت في الفترة ما بين ٤,٤ ملايين وثمانية ملايين سنة.

وبناء على الدراسة المقارنة لما عُثر عليه من أحافير القردة العليا، يرجح أن للإنسان والشمبانزي سلفا مشتركا كان يشبه الشمبانزي في استناده على مفاصل أصابع اليدين في أثناء مشيه. أما بالنسبة إلى باقي الملامح المميزة للجمجمة والدماغ والأسنان وتركيب الهيموجلوبين وغيرها فقد تفرقت خصائصها ما بين الشمبانزي والإنسان على درجات مختلفة من الرقي التطوري، مما يدل على أن الجنس البشري «هومو Homo» لم يتطور كوحدة متكاملة، وإنما تطورت كل صفة فيه مستقلة عن باقي الصفات، وذلك بدليل التشابه غير العادي بين الإنسان والشمبانزي من حيث تركيب مادة الهيموجلوبين وغيرها من المركبات ذات الجزيئات العملاقة بينما يختلف الإنسان عن الشمبانزي جوهريا في المستوى التكويني والوظيفي للدماغ وما يرتبط بذلك من السلوكيات.

### الأنواع الثلاثة من الجنس البشري ونشأتها

يعرف تصنيفيا من الجنس البشري ثلاثة أنواع Species هي «هومو هابيليس Homo habilis» و«هـ. إيركتس H.erectus» و«هـ. سابينس H.Sapiens»، ويدل السجل الجيولوجي للأحافير المكتشفة على أن النوع الأول نشأ منذ ١,٧ - ١,٩ مليون سنة من النوع السلفي، «استرالوبيثيكس أفريكانوس» الذي وصف «دارت» أحفورته المكتشفة عام ١٩٢٤ (ويتميز بوضوح قسمات الجمجمة وكبر حجم الدماغ)، والذي كثيرا ما كان يُعثر بالقرب من أحافيره على أدوات حجرية بسيطة، ولقد توافر لدى العلماء من الشواهد ما جعلهم يرجحون أن هذا النوع هو أقدم الأنواع الثلاثة، بل إنه هو السلف المباشر للنوع الثاني «هـ. إيريكتس» الذي تدل الأحافير على أنه أول نوع



بشري عرف الصيد واستخدم النار وأدخل اللحوم في طعامه وأنه حقق نجاحا في الانتشار أكثر من سلفه «هـ. هابيليس» الذي لم يعثر له على أحافير إلا في أفريقيا (بينما عثر على أحافير خَلَفِهَ» هـ. إيركتس» أيضا في الشرق الأوسط وآسيا)، وإضافة إلى هذا الانتشار المكاني حقق «هـ. إيركتس» أيضا «انتشارا» زمانيا حيث عُثر على أحافيره في طبقات جيولوجية حديثة التكوين (لم يتجاوز عمرها ٣٠٠ ألف عام) أي أن وجوده استمر قرابة ١,٥ مليون عام. ولكن الغريب أنه طوال هذه المدة لم يتقدم على سلفه تطوريا بدليل نوع الأدوات الحجرية التي عثر عليها بالقرب من أحافيره، والتي لم تزد على ما كان يستعمله سلفه إلا بالفأس ذات الحدين.

أما النوع الثالث من الجنس البشري فهو «هـ. سابينس» الذي تنتمي إليه السلالات البشرية الحديثة والتي ما زالت تعمر الأرض حتى اليوم. ويرجح علماء الأنثروبولوجيا أنه قد تطور بطريقة ما عن «هـ. إيركتس». ولكن آراءهم تضاربت حول زمان هذا التطور ومكانه. وهناك نظريتان رئيسيتان حول منشأ البشر المحدثين. الأولى ترى أن كل سلالات البشر الحالية قد تحدرت من «هـ. إيركتس» في وقت واحد في أماكن متفرقة حيث إن التوزيع الجغرافي لهذا النوع السلفي قد غطى المساحة ما بين شرق أفريقيا وجنوبها إلى شرق آسيا (وبينهما الشرق الأوسط بالطبع بدليل مواقع الأماكن التي جمعت منها أحافيره). وهذه النظرية لها سند قوي هو التشابه بين كل واحدة من السلالات البشرية الحديثة والأحافير التي استخرجت من دائرة توزيعها الجغرافي، وهذه النظرية تسمى «النشأة المتعددة المناطق Theory of Multiregional Origin» ولقد أيدها الباحث الأنثروبولوجي «كوون Coon» (١٩٦٢) وألقى بعض الضوء على دور الانتخاب الطبيعي في زيادة حجم الدماغ البشري في «هـ. سابينس» عنه في سلفه «هـ. إيركتس».

أما النظرية الثانية في هذا الشأن فتختلف عن نظرية النشأة المتعددة المناطق اختلافا يكاد يصل إلى حد التضاد، إذ إنها مبنية على افتراض أن سلالة من «هـ. ايركتس» عاشت في منطقة شبه صحراوية من أفريقيا (قريبا من مكان نشأة هذا النوع المؤسس)، وتحت ضغط التغير في ظروف الطقس تطورت هذه السلالة إلى النوع الجديد «هـ. سابينس» والذي استقر في المكان الجديد وتناسل لمدة ٥٠ ألف سنة إلى أن نشأ من ذريته نُوَيع جديد «Subspeies» أسموه «هـ. سابينس سابينس H.sapiens sapiens»، وقد تفرقت عشائر هذا النويع الجديد وانتشرت خارج أفريقيا، حيث استقرت كل عشيرة في موطنها الجديد، وهكذا تكونت

السلالات البشرية المختلفة التي ما زالت باقية حتى يومنا هذا، ويؤيد هذا الرأي العثور على أحافير لهذا النويع مختلفة الأعمار في بقاع مختلفة على النحو التالي: في الشرق الأوسط: أحافير عمرها حوالى ١٠٠ ألف سنة. في غينيا الجديدة وجزر الهند الشرقية وأستراليا: أحافير عمرها حوالى ٦٠ ألف سنة. في غرب أوروبا: أحافير عمرها حوالى ٤٠ ألف سنة. في الشرق الأقصى: أحافير عمرها حوالى ٤٠ ألف سنة. والتشابه واضح بين هيكل الإنسان الحالي وهياكل هذه الأحافير، وخاصة التي استخرجت من غربي أوروبا وعثر إلى جوارها على كهوف من العمر الجيولوجي نفسه بها أدوات حجرية بالغة الدقة وعلى جدرانها رسوم، مما يدل على التقدم الحضاري الذي حققه هذا الإنسان منذ ٤٠ ألف عام.

والتشابه واضح بين هيكل الإنسان الحالي وهياكل هذه الأحافير وبخاصة التي استخرجت من غربي أوروبا وعثر إلى جوارها على كهوف من العمر الجيولوجي نفسه، فيها أدوات حجرية بالغة الدقة، وعلى جدرانها رسوم مما يدل على التقدم الحضاري الذي حققه هذا الإنسان منذ ٤٠ ألف عام.

ويزعم أصحاب هذه النظرية أن النوع البشري المؤسس قد اضطر (تحت ضغط الانتخاب الطبيعي) إلى أن يمر في «عنق زجاجة ضيق» لكي يتطور إلى الإنسان الحديث، غير أنه لم يكد يمضي نصف قرن على إعلان هذه النظرية، حتى فقدت صلاحيتها أمام ما أعلنه عالم البيولوجيا الجزيئية «أيالا Ayala» (١٩٩٤) من نتائج تحليل المدة الوراثية لمختلف سلالات الإنسان الحديث، ومقارنتها بتلك المأخوذة من أحافير الأنواع البشرية السلفية، قدم على أساسها ما يشجب هذه النظرية ويرجح عليها نظرية «النشأة المتعددة المناطق»، التي تنسجم أكثر مع نمط التوزيع الجغرافي المتواصل الذي اتسمت به مسيرة تطور النوع البشري.

والحقيقة أن قبول نظرية النشأة المتعددة المناطق يعيننا على حل لغز آخر يواجهنا به سجل الأحافير، فعلى امتداد المنطقة من الصين إلى أفريقيا (بما فيها الشرق الأوسط وغرب أوروبا)، تم العثور على أحافير للنوع البشري القديم «هـ. سابينس» شديدة الشبه بأحافير الإنسان السلفي «هـ. إيركتس» ولكن بدماغ أكبر (سعة الجمجمة حوالى ١٢٠٠ سم٣)، والعمر الجيولوجي لهذه الأحافير يدل على أن أصحابها عاشوا في فترات بدأت منذ حوالى نصف مليون سنة وانتهت منذ حوالى ١٣٠ ألف سنة، وهي فيما يبدو، تمثل مرحلة تطورية انتقالية بين النوع المؤسس «هـ . إيركتس» والنويع الحديث «هـ . سابينس سابينس».

## إنسان نياندرتال وإنسان «كورمانيون»

عثر على أول أحفورة لإنسان «نياندرتال» في جبل طارق عام ١٩٤٩، ثم توالى اكتشاف المزيد من أحافيره في تركستان وفلسطين وإيران مما يدل على انتشاره من إسبانيا إلى غرب آسيا (عبر أوروبا)، ولكنه فيما يبدو لم يتوغل في القارة الأفريقية إذ لم يعثر له على أي أحافير فيها وينبئنا السجل الجيولوجي لأحافير إنسان نياندرتال بأنه عاش ما بين ١٠٠ ألف و١٢٠ ألف عام (في فترة بدأت منذ قرابة ١٥٠ ألف عام) بأن حل محل بقايا النوع البشري القديم (هـ. سابينس)، وانتهت بانقراضه منذ حوالى ٣٠ ـ ٥٠ ألف عام. وتدل آثار إنسان «نياندرتال» على أنه ـ طوال مدة وجوده على الأرض ـ لم يحرز تقدما تطوريا أو حضاريا يستحق الذكر على الرغم من سعة انتشاره واتساع فراغ جمجمته (١٦٠٠ سم٣ بزيادة حوالى ٤٠٠ سم٣ عن الإنسان الحديث). ومنذ اكتشاف أول أحفورة لإنسان «نياندرتال»، ظل الجدل دائرا حتى اليوم (أكثر من قرن ونصف) حول علاقته التطورية بالنوع البشري (هـ. سابينس) الذي تطور منه الإنسان الحديث.

أما إنسان «كرومانيون» فهو أحدث بكثير من إنسان «نياندرتال»، إذ يدل السجل الجيولوجي لجمجمته التي عثر عليها في أحد أقاليم غرب أوروبا على أنه لم يظهر على الأرض إلا منذ حوالى ٤٠ ألف سنة (أي متأخرا عن إنسان نياندرتال بأكثر من ١٠٠ ألف عام)، ولكنهما تزامنا (وتجاورا أيضا) نحو عشرة آلاف عام انقرض بعدها إنسان نياندرتال لتخلو الساحة تماما أمام هذا الوافد الجديد الذي يشهد عمره الجيولوجي وتوزيعه الجغرافي وتفاصيل بنيته (وبخاصة سعة الجمجمة) على أنه السلف المباشر للإنسان الحديث.

ومن هذا الشرح الإجمالي لا يكون مخطئا من يعتقد أن جميع البشر الموجودين حاليا ـ على الرغم مما بينهم من فروق مميزة في كثير من الملامح ـ إنما هو سلالات من نويع واحد وهو «هومو سابينس سابينس»، وهو الذي ينتمي إليه إنسان «كرومانيون»، فماذا إذن عن إنسان «نياندرتال»؟ إن الدراسة التفصيلية للأحافير واستقراء السجل الجيولوجي يكشفان عن كثير من أوجه الشبه وأوجه الاختلاف أيضا بينه وبين إنسان «كرومانيون»، وهذا هو ما أوقع علماء التصنيف والأنثربولوجيا في حيرة، هل هما نوعان مختلفان أم مجرد نويعين من نوع واحد؟ لقد تأرجحت الآراء بين الاحتمالين أكثر من مرة ثم استقرت على اعتبارهما نوعين مستقلين نظرا لرجحان كفة الفروق بينهما سواء

من حيث التركيب أو العمر الجيولوجي أو التوزيع الجغرافي، خصوصا أن هذه الفروق في جوهرها أكبر من تلك الموجودة بين إنسان «كومانيون» والإنسان الحديث، بل السلالات البشرية المختلفة الموجودة حاليا.

ولكن حسم هذه القضية ما زال يقف في وجهه بعض الاعتراضات التي يسوقها أنصار الرأي الآخر (لكونهما سلالتين من نوع واحد وهو نوع الإنسان الحديث)، ذلك بناء على اكتشاف أحافير في فلسطين تدل على أن الإنسان الحديث قد ظهر في المنطقة نفسها قبل انقراض إنسان «نياندرتال» بمدة تتراوح ما بين ١٠ آلاف وخمسة عشر ألف عام، وهي مدة تعايشية كافية لإتمام التزاوج بينهما (بدليل أن بعض الأحافير التي عثر عليها في فلسطين ذات خصائص متوسطة بينهما)، ولكن مثل هذه الأحافير لم يعثر عليها في مناطق أخرى استمر فيها تعايش النوعين أيضا لمدد زمنية متساوية (وهي غرب أوروبا وجنوب وشرق آسيا)، كما أن إثبات التزاوج يحتاج إلى أدلة أقوى مما يسوقه أصحاب هذا الرأي (كتحاليل المادة الوراثية) وهذه الأدلة لم تتوافر حتى الآن، ومن ثم يظل الرأي الغالب هو أن إنسان «نياندرتال» ينتمي لنوع مختلف غير الذي ينتمي إليه إنسان «كرومانيون» الذي تحدرت منه جميع سلالات الإنسان الحديث.

### تصنيف الأحافير البشرية

حتى حلول خمسينيات القرن العشرين ظلت الغائية والنمطية هما السمتين الغالبتين على فكر المشتغلين بدراسة أصل الإنسان والسلالات البشرية، فلم يوجهوا القدر الكافي من الاهتمام بظاهرتي التباين والتفرد على رغم بلوغهما أقصى المدى في النوع البشري. ولقد كان لهذا التقصير أثر غير محمود على طريقة تصنيف الأحافير البشرية، التي هي الدليل الوحيد المعتمد على معرفة علاقة الإنسان الحديث بأسلافه من الرئيسيات.

على أن ما اكْتُشف فعلا من أحافير بشرية لم يقربنا من حقيقة هذه العلاقة بالدرجة المأمولة، وأسوأ مظهر لهذا هو الحلقات المفقودة بين كل واحد من الأنواع البشرية وسلفه الذي تحدر منه (راجع الصفحات القليلة السابقة)، ويضاف إلى ذلك تناثر المناطق التي استخرجت منها الأحافير، وهذا من شأنه جعل التوفيق بين التسلسل التطوري والتوزيع الجغرافي أمرا بالغ الصعوبة على رغم أهميته بالنسبة إلى الرئيسيات التي ارتبط فيها نشوء الأنواع الجديدة بتغير الموطن الجغرافي ارتباطا وثيقا. وهناك أكثر من سبب يدعو إلى الاعتقاد باستمرار وجود هذا

الارتباط بالنسبة للأنماط البشرية بدليل أن أنواعا معينة من الأسلاف المباشرة للإنسان الحديث، قد اقتصر وجود أحافيرها على مناطق جغرافية محددة.

وباستعراض حصيلة بعثات الاستكشاف، يلاحظ أن معظم الأحافير البشرية قد عثر عليها في مساحة صغيرة من شرق أفريقيا وجنوبها. وليس مستبعدا أن تكون العشائر المؤسسة للمزيد من الأنواع قد عاشت في المناطق الشمالية والوسطى والغربية، التي لم تُكّتشف بعد (باستثناء «تشاد» حيث عثروا أخيرا على أحافير عمرها ما بين ٣ ـ ٣,٥ ملايين سنة تنتمي إلى جنس «أسترالوبثيكس Australopithecus»)، وقياسا على ذلك يفترض وجود أحافير لأجناس سلفية أخرى (سبق ذكر أسماء بعضها) في باقي المناطق التي قد يؤدي مسحها إلى العثور على بعض الحلقات المفقودة المنشودة، تمهيدا لإلقاء بعض الضوء على أسباب الفجوات الظاهرة في السجل الجيولوجي للأحافير البشرية.

وفيما يلي الأسماء العلمية للأنواع الخمسة من الجنس البشري «هومو Homo»، التي تم تعريف أحافيرها، بترتيب أقدميتها على مسيرة تطور الإنسان الحديث:

١ ـ هومو أفارنسيس H.afarensis.

٢ ـ هومو أفريكانس H.africanus.

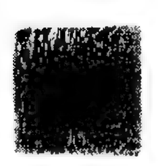
٣ ـ هومو هابيليس H.habilis.

٤ ـ هومو إيركتس H.erectus.

٥ ـ هومو سابينس H.sapiens.

واستعراض الأعمار الجيولوجية لهذه الأحافير يشير إلى أن كلا منها يمثل ما بين ربع مليون إلى مليون سنة، وفي السنوات الأخيرة اكتشف المزيد من الأحافير ذات الأعمار الجيولوجية البيئية في مناطق جغرافية مختلفة، ولم يمكن تصنيف أي منها لشدة افتقار صفاتها التطورية إلى التجانس والتميز.

ولقد كان تحديد الوضع التصنيفي لإنسان اليوم «هومو سابينس سابينس» محل اختلاف مذهل بين المختصين المعاصرين لعدم اتفاقهم على الصفات الواجب اتخاذها أساسا للتصنيف. وقد بلغ هذا الاختلاف حد التناقض، فمن ناحية نجد «جوليان هكسلي Julian Huxley» (١٩٤٢) قد اتخذ تفرد الإنسان بين الكائنات الحية وسيادته عليها ذريعة لأن ينادي بأن تُنشأ له مملكة حيوانية خاصة، ومن ناحية أخرى نرى «دياموند Diamond» بعد ٤٩ عاما ـ يتخذ موقفا مناقضا يتجاهل فيه تفرد الإنسان تجاهلا تاما، بل ويتخذ التشابه في التركيب الجزيئي بين الإنسان



والشمبانزي حجة لاعتبار هذا القرد نوعا من الجنس البشري. فيقع بذلك في الغلطة نفسها التي سقط فيها «هكسلي» ولكن من منزلق آخر.

من أقدم معايير التصنيف ترجيح الأهمية على الكثرة عند تقييم صفات المصنف، ومن الصفات ذات الوزن في تصنيف النوع البشري، تطور الجهاز العصبي المركزي وامتداد فترة رعاية الصغار وغير ذلك من الميزات التي تحتم إنصافه على الأقل بوضعه تحت جنس آخر غير جنس قردة الشمبانزي على رغم ما أشار إليه «دياموند» من تشابه بينهما في التركيب الجزيئي، ذلك المعيار الذي لو اتبعناه لألحقنا بالجنس البشري عددا آخر من الرئيسيات العليا، وإذن لاختلت أسس التسمية العلمية حتى تصبح عاجزة عن التعبير عن درجات الاختلاف، ليس فقط بين مختلف الأنواع البشرية بل أيضا بين الأنماط الرئيسية، التي تحدر منها الجنس البشري بمختلف أنواعه.

ولقد توافر لدينا الآن قدر معقول من الاتفاق ـ يكاد يصل إلى درجة الإجماع ـ حول الأنماط الرئيسية للأحافير البشرية وما بينها من علاقات. ولكن معرفتنا بالمجموعات التصنيفية البيئية (وبخاصة المتعددة الأنماط) لن تتيسر إلا بعد اكتشاف المزيد من الأحافير البشرية. وعلى رغم إدراك علماء الأنثروبولوجيا (منذ عام ١٩٥٠) لدور التجمعات العشائرية في نشوء الأنواع الجديدة، فإنهم ما زالوا يعتبرون «أوسترالوبيثكس» و«هومو إيركتس» نمطين من نوع واحد متجاهلين حجم انتشار العشائر التي نشأ من بينها هذان النوعان والاختلاف في البيئة الجغرافية، الذي أدى إلى تميز كل منهما عن الآخر، وما اقترن بذلك من حالات انعزال شرائح العشيرة التأسيسية.

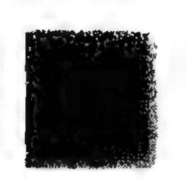
### الصيرورة إلى البشرية

ما الذي جعل نشأة البشر أمرا ممكنا؟ وبأي تتابع اكتُسبت الصفات المميزة للبشرية؟ لوقت طويل ظل دارسو تطور الإنسان مطمئنين إلى أنه قد تم على ثلاث مراحل بالترتيب التالي:

١ ـ الاعتماد التام على الطرفين الخلفيين في المشي Bipedalism.

٢ ـ استخدام اليدين بعد تحررهما في صنع الأدوات واستعمالها.

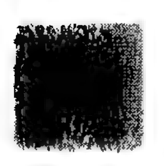
٣ ـ نمو الدماغ ليضطلع بالمهام الجديدة (اختراع الآلات واكتساب المهارة في استعمالها).



ولكن متابعة تطور الإنسان من القردة العليا تمدنا بكثير من القرائن التي تدحض هذا التصور. صحيح أن المهارة في المشي على اثنتين صفة يتفرد بها الإنسان من دون كل الثدييات، بل يتفوق فيها على أرقى أنواع القردة (الغوريلا والشمبانزي)، إلا أن هذه الصفة وحدها ـ مع ما يصحبها من تحرر اليدين ـ لا يمكن أن تكون سببا كافيا لاكتساب القدرة على استخدام الأدوات. وهذه القدرة بدورها لا يمكن أن تكون وحدها دافعا لنمو الدماغ بهذا القدر الهائل. فالقدرة على استخدام الأدوات شائعة بين قردة الشمبانزي (التي هي أدنى مرتبة من الإنسان وأقدم ظهورا على الأرض)، ومن هذا يُستنتج أن القدرة على استعمال الأدوات قد أصبحت صفة قائمة قبل ظهور القدرة على المشي منتصبا. ومثل هذا الاستنتاج صحيح أيضا بالنسبة للعلاقة التطورية بين هذه الصفة ونمو الدماغ. فقبل ظهور الإنسان الحديث بأكثر من مليونين من السنين، كانت بعض أنواع القردة العليا تمشي منتصبة القامة، ولكن سعة جماجمها تدل على أن أدمغتها ظلت أصغر بكثير من الدماغ البشري.

وبمتابعة التاريخ القديم للأسلاف الأولى من القردة العليا، نجد أنها كانت في بدء ظهورها من متسلقات الأشجار، وقد هُيِّئَتْ لذلك ببعض المقومات التي يهمنا منها الطول المفرط للذراعين اللتين كان استخدامهما شبه المتصل في التعلق بفروع الشجر يمنع الأم من استخدامها في حمل صغارها. وبمرور الزمن تحولت الأجيال الجديدة تماما عن حياة الأشجار، وبذلك تحررت الذراعان واليدان لتستعملا في احتضان الصغار. فلو أضفنا إلى ذلك ما أتاحه نمط الحياة الجديدة لهذه الأجيال من امتداد فترة الحضانة، لوصلنا إلى مبرر لنمو الدماغ أكثر معقولية من اختراع الأدوات واستعمالها. وإذن فالأثر الرئيسي المباشر لتحرر الذراعين كان منصبا على سلوكيات الأمومة وليس على تعرف الإنسان على الأدوات، الذي تصور الأقدمون أنه همزة الوصل بين تحرر الذراعين ونمو الدماغ.

وباكتمال انتصاب قامة النوع السلفي الأول مقرونا بتحوله تماما عن تسلق الأشجار إلى المشي الحر الطليق على سطح الأرض، اجتاز الجنس البشري «هومو» ثلاثة أرباع مسيرته التطورية، ووصل إلى النوع الرابع «هومو إيركتس» (راجع الصفحات القليلة السابقة)، الذي كان أول نوع بشري يضيف اللحم إلى قائمة طعامه (بعد حرمانه من كثير من أنواع الفاكهة التي كانت ميسرة لأجداده متسلقي الأشجار). وكانت هذه هي بداية معرفة الإنسان بالصيد واستنادا إلى



ما يتميز به هذا النوع البشري من قوة الأسنان وضخامة عضلات الوجه (بالقياس إلى الإنسان الحديث)، اعتبره بعض المحققين نوعا من الوحوش المفترسة، ولكن الفحوص الحديثة لم تؤكد صحة هذه النظرة، بل رجحت أنه كالشمبانزي الحديث لا تمثل اللحوم إلا الجانب الأصغر من طعامه. ويبدو أن الأمر قد استمر على هذا النحو إلى أن ظهر النوع البشري الخامس والأخير (هـ. سابينس). ولقد قدم «تريفينو Trevino» (١٩٩١) من القرائن ما يدل على أن هذا النوع البشري في بداية ظهوره كان يعتمد في طعامه، بشكل رئيسي، على الحبوب.

ومع ذلك فمن المحتمل أن الإنسان قبل أن يعتمد على الصيد في الحصول على حاجته من اللحم، قد مرّ بمرحلة بينية كان يقتات فيها بما تتركه الضواري المفترسة من جثث فرائسها، ونظرا لعدم قدرته على مقاومة التسمم بهذا الطعام السريع الفساد، فقد فكر جديا في الاعتماد على نفسه في اصطياد طعامه، مستغلا ما توافر له من كفاءة ذهنية وبدنية في وضع خطط مطاردة قطعان الماشية وشن الغارات على أرباضها وصنع الأسلحة، وإقامة المعسكرات لرحلات الصيد. وبدخول الإنسان عصر الصيد، اتخذت حياته طابعا اجتماعيا تحتم معه وجود وسيلة فعالة للتواصل، ألا وهي التخاطب، وبهذا نشأ الإنسان الناطق.

### التطور المتناسق للغة والدماغ والفكر

تدل قياسات سعة جماجم أسلاف الإنسان على أن أدمغتها قد احتاجت إلى قرابة ثلاثة ملايين عام من التطور لتضاعف حجمها (من ٤٥٠ سم٣ كمتوسط في السلف لأعلى إلى حوالى ألف سم٣ كمتوسط في السلف المباشر «هومو إيركتس»). ولكن القفزة الكبرى التي أوصلت دماغ الإنسان الحديث إلى حجمه الحالي، قد تمت في خلال الـ ١٥٠ ألف سنة الأخيرة (أي بعد انفصال الخط التطوري للإنسان الحديث عن خط تطور الشمبانزي)، فما العوامل التي أدت إلى هذا التطور المذهل في الدماغ البشري خلال هذه الفترة الوجيزة؟

بالإضافة إلى ما أشرنا إليه منذ قليل (احتضان الصغار والصيد)، هناك عامل رئيسي مهم ثالث قد رفع معدل زيادة حجم الدماغ البشري، ذلك هو اكتساب القدرة على الكلام وما أتاحه للإنسان من تحصيل ثقافي تتوارثه الأجيال، وليس من الإنصاف أن نرجح كفة أي من هذه العوامل الثلاثة، لأنها جميعا كانت متضامنة بالتساوي في تحقيق التطور المذكور.



واللغة التي نعنيها غير موجودة بين الحيوانات، فكل ما تملكه بعض أنواع الحيوانات من وسائل التفاهم، لا يعدو تبادل إشارات ذات مدلول معين، ولكنها تفتقر إلى باقي أركان اللغة المتكاملة التي بها يستطيع الإنسان رواية أحداث مضت ووضع خطط مستقبلية مفصلة، تلك اللغة التي ضاعت جهود مختلف الباحثين سدى طوال ٤٠ عاما أنفقوها في محاولة تعليم مبادئها لقردة الشمبانزي على رغم ذكائها، الذي أمكنها من استيعاب بعض ما سمعته من ألفاظ وإعطاء الإشارات الصحيحة الدالة على كل منها. ولكن أين كل ذلك من بعض ما تؤديه لغة الإنسان؟

لقد ظن علماء اللغويات في وقت مضى أن بمقدورهم اكتشاف مراحل بينية للتخاطب بمقارنة لغات بعض قبائل البشر الموغلة في البدائية عسى أن يعينهم ذلك على تحديد منشأ اللغة المنطوقة ومتابعة تطورها، ولكنهم للأسف لم يعثروا على ضالتهم لأن وسائل التخاطب في كل تلك القبائل ـ على رغم ما بينها من اختلافات ـ كانت تتوافر فيها أهم مقومات اللغة البشرية، مما اضطر هؤلاء العلماء إلى وضع تصورات افتراضية لمراحل تطور اللغة البشرية عن سلسلة من الإشارات الصوتية. ولكن ثقتنا في صحة هذه الـ «سيناريوهات» لن تقترب من درجة اليقين... ما دامت لا تتوافر لدينا «أحافير لغوية» لملء الفجوات وسد النقص في «الحلقات المفقودة». ولربما كانت أفضل وسيلة لإلقاء الضوء على تطور اللغة هي دراسة الطريقة التي يكتسب بها الأطفال القدرة على التعبير (وكان «دارون» أحد رواد هذه المحاولات). ويجري بعض المتخصصين في سيكولوجية النطق حاليا مثل هذه الدراسات التي يشوبها اضطرارهم إلى إجرائها بأسلوب مقارن بين أطفال ينطقون لغات تختلف قواعدها بدرجة هائلة.

لقد كان لنشأة اللغة أثر انتخابي لا على الجهاز العصبي وحده، بل أيضا على كل الأعضاء المشتركة في إصدار الصوت (الحنجرة والمنطقة المجاورة لها من الجهاز التنفسي). وهناك من القرائن ما يشير إلى أن هذه الأعضاء في أسلاف الإنسان الأولى من القردة العليا لم تكن مهيأة للنطق السليم، وأن هذا الاستعداد قد بدأ مع نشأة الخط التطوري للجنس البشري «هومو» نتيجة لانخفاض وضع الحنجرة وانسيابية المنحنى الفكي وتقارب الأسنان إلى درجة تكاد تختفي معها المسافات بينها، وانفصال العظم اللامي عن غضروف الحنجرة وشمولية حركات اللسان وتقوُّس سقف الحلق. وتدل أحافير إنسان نياندرتال على أنه كان يفتقد بعض هذه الخصائص، ومن ثم يعتقد أن طريقته في إخراج

الأصوات ووصلها لم تكن سليمة. فهل يمكن لهذا العيب أن يفسر لنا إخفاقه في تحقيق قدر أكبر من حسن استخدام دماغه الذي لم يكن يقل حجما عن دماغ الإنسان الحديث؟ إن بساطة الأدوات الحجرية التي عثر عليها في كهوف إنسان «نياندرتال» تدلنا على تخلفه حضاريا، فهو أيضا لم يكن يعرف القوس والسهم ولا أدوات صيد الأسماك وغير ذلك مما عرفه الإنسان الحديث الذي جاء بعده وهو «هومو سابنيس» الذي جمع بين التقدم الحضاري وبراعة النطق على رغم أن دماغه قد بقي في مثل حجم دماغ إنسان «نياندرتال». وعموما نحن في حاجة إلى مزيد من البحوث لتوضيح هذه النقطة وغيرها من النقاط، التي ما زالت موضع شك حول التطور «التناسقي» للغة والدماغ والحضارة.

مع بدء ممارسة الإنسان الصيد الجماعي ـ منذ حوالى ربع مليون سنة ـ ظهرت حاجته إلى وسيلة للتخاطب. وتدل قياسات سعة جماجم أحافير البشر الذين عاشوا تلك الحقبة وما بعدها على نمو متزايد في حجم الدماغ استمر قرابة ١٥٠ ألف سنة، ثم توقف فجأة عند حد لم يتجاوزه منذ ظهور إنسان «نياندرتال»، وحتى ظهور الإنسان الحديث على رغم دخوله في عصر الزراعة منذ عشرة آلاف سنة، ذلك الحدث الذي يقتضي أن تسبقه زيادة في حجم الدماغ، تؤهله لممارسة النشاط الذي تتطلبه هذه المهنة الحضارية. ويزعم العالم الأنثروبولوجي «دياموند» أن «قفزة» حضارية قد تمت في تلك الفترة، ولكنها لم تكن مصحوبة «بقفزة» متكافئة معها لا في حجم دماغ الإنسان ولا في غير ذلك من المميزات البدنية. ولقد كان تبرير ذلك موضع دراسة، ولكن من دون الوصول إلى إجابة مقنعة.

ومن ناحية أخرى، حاول الباحثون في مجالي التطور وسلوك الحيوان إلقاء الضوء على هذه المشكلة بالربط بين المهارات السلوكية ودرجة رقي الجهاز العصبي المركزي (وأهم ما فيه هو الدماغ) في الببغاوات والكلاب والفيلة والحيتان وبعض الرئيسيات (القردة)... فلم يتوصلوا إلى وجود علاقة محددة بين مرتبة الحيوان ومستوى نشاطه الذهني. وهذا يؤكد وجود فرق بين الدماغ والعقل. وهذا الاستنتاج ينسحب أيضا على ما ينسب أداؤه للدماغ من وظائف ذهنية أخرى كالتفكير والوعي Consciousness اللذين لا يمكن بحال أن نعتبر أحدهما أو كليهما مقتصرا على الإنسان أو مميزا له عن سائر الحيوانات. وهذا هو ما تؤيده قلة التناسق بين السرعة المذهلة التي تطور بها الجهاز العصبي المركزي للإنسان والتدرج البطيء، الذي يتسم به نمو قدرته على التفكير خلال الألف قرن التي انقضت منذ عرف الإنسان الزراعة.



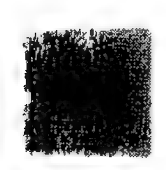
من بين ما تعلمناه في السنوات الأربعين الأخيرة شيء واحد يستحق التنويه، وهو أن التطور لم يتوقف بل ما زال جاريا وعلى الوتيرة نفسها التي سار عليها منذ بدء الخليقة متسما بالتدرج والأناة. وعلى رغم ذلك فان أهم الخطوات التي دفعته إلى الأمام قد تمت على دفعات محددة يمكن أن نسميها «نبضات Impulses»... لعل أهمها وأكثرها وضوحا تلك التي أدت إلى تحقيق القدرة على الكلام وما صاحبها من تفوق باهر للإنسان في المهارات الذهنية، وما حققه ذلك من تقدم حضاري وثقافي، تلك الحقيقة التي تتجلى لنا من متابعة مسيرة تطور النوع البشري التي كانت نقطة البدء فيها نوعا من القردة العليا ـ لا يخرج عن كونه مجرد حيوان ـ ثم أفضت إلى نشوء ذلك الكائن البالغ الرقي ذي الصفات الفريدة الذي هو الإنسان الحديث.

### التطور الحضاري

من الصفحات القليلة السابقة يتضح أن مسيرة مئتي ألف عام من التطور قد حققت تقدما كبيرا، اكتسبه السلف الأول للإنسان تدريجيا، فاجتاز به مراحل الارتقاء عبر الأنواع الثلاثة من الجنس البشري، حتى بلغ ذروته التي نراها في الإنسان الحديث. غير أن هذا التطور الارتقائي في البنية (وفي السلوك إلى حد ما)، لم يتحقق معه ما كان متوقعا أن يواكبه من التقدم الحضاري إلا في حدود متواضعة لا تقدر بأكثر من ١٥٪.

ومن أهم ما حققته مسيرة تطور الإنسان من أوجه التقدم الحضاري، ما يمكن أن نسميه «التكامل الاجتماعي Social integration». ولتقصي نشأة هذه الظاهرة نلفت النظر إلى تفاوت درجاتها بين أنواع القردة العليا التي ما زالت تعيش بيننا: فبعض أنواعها (كقردة أورانجوتان Orangutan) تعيش شبه فرادى وإن تجمعت ففي أعداد قليلة، بينما أنواع أخرى (مثل الشمبانزي وقردة الرباح Baboons) تعيش في جماعات أكبر عددا يمكن معها أن توصف حياتها بأنها اجتماعية.

ومع تحول السلف البشري «هـ. يركتس» عن الحياة فوق الأشجار إلى السعي الحر على سطح الأرض، زادت أمامه فرص تكوين جماعات متزايدة الحجم. ولهذا التجمع منافع واضحة في مقدمتها المنعة ضد هجوم الأعداء، وزيادة فرص تبادل المصالح مع الغير، مع إمكانيات أفضل للبحث عن الجديد من الموارد وبخاصة موارد الطعام. وفي ظل هذه الظروف زادت فاعلية الانتخاب الطبيعي في استحداث كثير من التغيرات الفسيولوجية والسلوكية التي ساعدت على النجاح



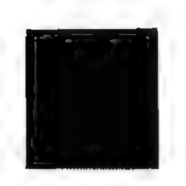
والبقاء، وإن كان من المؤكد أن هذا النمط من الحياة قد زاد حدة التنافس بين الجماعات المتجاورة إلى درجة من الضراوة بلغت حد انقراض الجماعات الضعيفة، نتيجة لعدوان الجماعات القوية كما شوهد حديثا بين جماعات الشمبانزي.

وفي الحيوانات الاجتماعية كثيرا ما تكون منافع التعاون عرضة للإهدار بسبب التصارع بين أفراد المجموعة الواحدة (وخصوصا تصارع الذكور على الفوز بالأنثى)، حيث لا يتوافر بينها من الوعي ما يردعها أو يبصرها بالعواقب الوخيمة التي تلحق بالجماعة (ومن بعدها بالنوع كله)، نتيجة الانسياق وراء هذا التصارع الفردي.

وعلى امتداد مسيرة الخط التطوري للبشر، كانت الوحدة المؤسسة للجماعة الحيوانية هي الأسرة المؤلفة من ذكر وأنثاه (أو إناثه في حالات التعدد وما أكثرها) وما ينتج عن هذا الارتباط من ذرية. وبالنسبة للإنسان كان الطابع الغالب في الحياة الأسرية هو اقتسام العمل بين الرجال والنساء. وقد تجلى هذا التعاون بوضوح منذ عرف الإنسان اللحم كطعام إضافي إلى الفواكه والثمار التي كان أسلافه يقتصرون عليها، فأصبح الرجل يضطلع بمهمة الصيد والمرأة بمهمة جمع الحبوب والبقول والثمار، وبذلك توافرت جميع عناصر الغذاء الرئيسية للأسرة (الكربوهيدرات والدهون والبروتينات الحيوانية والنباتية). وكلما زاد حجم الجماعة زادت أهمية التخصص وتوزيع العمل، وبالتالي زادت الفائدة التعاونية واتسعت دائرتها خارج نطاق الاحتياجات المعيشية لتشمل أوجه الحياة الأخرى، ليس فقط بين الزوجين والأولاد بل أيضا بين الأقارب (سواء على المستوى الرأسي بين الأجداد والحفدة أو على المستوى الأفقي بين أبناء العمومة والخؤولة). وهذا التعاون من شأنه تبادل المعلومات والآراء وتنامي الاستعداد الثقافي عبر الأجيال.

### مولد المدنيّة Civilization

هناك من القرائن ما يشير إلى أن بدء تطور الحضارة البشرية كان متزامنا مع انتقال الإنسان من مرحلة «الجمع والصيد» إلى مرحلة فلاحة الأرض وتربية الحيوانات. وكان ذلك منذ ما لا يزيد على عشرة آلاف سنة، وعلى رغم قصر هذه المدة فإن ما حدث فيها كان نقلة حضارية أعمق أثرا في النوع البشري ودوره في إعمار الأرض من كل ما حدث على امتداد ملايين السنين التي سبقتها. وكانت هذه النقلة إيذانا بميلاد المدَنيّة التي كان أول مظاهرها الاستقرار المعيشي بما يتطلبه من بناء المساكن. ومن التجمعات السكنية تكونت القرى ومع



زيادة الكثافة السكانية نشأت المدن، وعندما تعدّدت هذه الوحدات الاستيطانية وانتشرت، ظهرت الحاجة إلى وسائل التواصل وتبادل المنافع، وهكذا نشأت التجارة واختُرعت وسائل النقل والمواصلات، وكان هذا مولد التكنولوجيا في صورتها البدائية التي تطورت بعد ذلك حتى بلغت ما نراه اليوم.

ولقد حقق هذا الاستقرار للإنسان كثيرا من أسباب الراحة، يضاف إلى ذلك نجاحه في السيطرة على الطبيعة ومقاومة الأمراض. وكانت نتيجة ذلك زيادة رهيبة في الكثافة السكانية يمكن وصفها بالانفجار السكاني. وحيث إن الاستقرار إنما هو مجرد انحصار في حيز محدود، فإن ذلك سيؤدي حتما إلى استنزاف الموارد الطبيعية (التي أصبحت غير قابلة للتجدد بسبب التمركز في الحدود العمرانية). يضاف إلى ذلك ما يسببه النشاط البشري المكثف من تخريب للبيئة، وهذا هو الثمن الباهظ الذي يتكبده الإنسان في مقابل الراحة التي وفرتها له المدنية.

### السلالات البشرية ومستقبل النوع البشري

منذ عصر «بلومِنْباخ» والخلاف دائر لا يتوقف حول تقسيم البشر إلى سلالات. وفي عصور الرق كان الرأي السائد يتسم بالمبالغة في التفرقة العنصرية إلى درجة اعتبار السود (زنوج أفريقيا) والبيض (سكان أوروبا) والمنغوليين (مواطني آسيا) ثلاثة أنواع مختلفة من الجنس البشري. ولكن هذا الرأي لم يصمد طويلا أمام الرأي العلمي الذي يعتبر البشر جميعا نوعا واحدا متعدد السلالات. غير أن عدم اتفاق المتخصصين على معنى السلالة Race تحديدا، قد نتج عنه اختلاف واسع المدى في عدد السلالات البشرية (من خمس سلالات إلى خمسين سلالة).

ثم جاء عصر البيولوجيا الجزيئية ليكشف لنا عن حقيقة مهمة، هي التقارب الشديد ين السلالات البشرية إلى درجة ترجح أنها جميعا لا تخرج عن كونها عشائر Population. تكاد تنحصر الفروق بينها في الخصائص البدنية والذهنية والسلوكية، وهي فروق لا تبرر اعتبارها سلالات مختلفة خصوصا أن هناك هوامش مشتركة تمنع من وضع حدود فاصلة بينها.

ولا شك في أن أبرز ما يميز السلالات البشرية من بعضها بعضا هو تلك السمات الشكلية الواضحة، وفي مقدمتها لون الجلد والعيون والشعر وشكل الأنف والشفاه والجمجمة، وهي صفات متوارثة لأن أسبابها جينية وليست بيئية،

ويزيد في وضوحها انعزال السلالات جغرافيا عن بعضها بعضا وانحصار التزاوج داخل السلالة الواحدة، ولكن هذه الصفات الظاهرة لا تمثل كل الفروق الحقيقية بين السلالات، فقد كشفت الدراسات الوراثية والبيوجزيئية عن المزيد من الفروق الدقيقة بين السلالات، وهي فروق لا يتسع المجال لحصرها، ولكن يكفينا هنا أن نقرر أن دور الجينات في إظهار الصفات المميزة للسلالات ما زال محصورا في دائرة السمات الشكلية. وإلى الآن لم تكشف البحوث عن أي دور للجينات في تكوين أو توارث الصفات السلوكية والنفسانية.

في حديثنا عن السلالات البشرية ننعتها عادة بصفات نعتبرها حاسمة في التفرقة بينها، كالذكاء أو الغباء والوداعة أو العدوانية والنشاط أو الخمول...إلخ. وجميعها في الواقع صفات لاحظناها على فرد (أو أفراد قلائل) من سلالة معينة، فعممنا الحكم واعتبرناها من خصائص السلالة كلها. والأهم من ذلك هو أن هذه وغيرها من الصفات السلوكية أو الثقافية لا علاقة لها بالنمط الجيني، وأقصى ما توصف به أنها عِرْقية ethnic، بمعنى أنها ـ على رغم ارتباطها بسلالة معينة ـ لا يُورَّث منها إلاّ مجرد الاستعداد لاكتسابها، وأن انتقالها من الآباء إلى الأبناء يتم معظمه بالاقتداء والتقليد. ولم يتوافر أي دليل علي صحة ما يزعمه البعض من أن هذه الصفات وأمثالها يمكن أن تكون من مميزات سلالة بعينها، صحيح أن بعضها شائع بين شرائح معينة من المجتمعات الأوروبية أو الأفريقية أو الأمريكية، ولكن هذا لا يكفي للتمييز بين السلالات البشرية (الذي يجب أن يستند إلى حقائق علمية معتمدة لم تتوافر حتى الآن).

السؤال الذي يُثار أحيانا هو: هل الفرصة متاحة لانقسام النوع البشري (هـ. سابينس) إلى عدة أنواع؟ والجواب قطعا هو: لا، فالظروف التي سادت خلال الألف قرن الأخيرة (تشتت العشائر البشرية وطول انعزالها)، قد أدت إلى ظهور السلالات البشرية الحالية، أما الآن فإن العالم قد أصبح قرية كبيرة، وما أسهل ما تمتد جسور التواصل بين الناس من مختلف السلالات ليتزاوجوا، وبذلك تتواصل خصائصهم الجينية عبر الأجيال. إذن فقد انعدمت الفرصة أو كادت للانعزال الطويل اللازم لنشوء أنواع جديدة.

وبعد ذلك يُثار أحيانا سؤال آخر: هل يمكن أن يتطور النوع البشري الموجود حاليا إلى نوع جديد أفضل منه؟ وبتعبير آخر: هل يمكن أن يتحول الإنسان الحالي إلى إنسان متميز «سوبرمان Superman»؟ ومرة أخرى نقول إن ـ الأمل



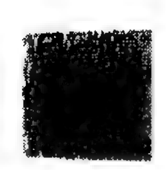
ضعيف في حدوث ذلك ـ صحيح أن «الجينوم البشري» يسمح بحدوث العديد من التوليفات الوراثية التي تصلح أساسا للارتقاء، ولكن حدوث الارتقاء يحتاج إلى ظروف معينة كتلك التي سادت منذ ملايين السنين وأدت إلى ارتقاء بعض عشائر النوع السلفي «هـ . إيركتس» إلى نوع الإنسان الحديث «هـ. سابينس»، وفي مقدمة هذه الظروف صغر حجم العشائر وانعزالها مما يهيئ الفرصة لتحقيق الانتخاب الطبيعي. ولكن هذه الظروف لم تعد متوافرة الآن كما ذكرنا منذ قليل، فضلا عن أن النتائج الأولية لدراسة الجينوم البشري لا تبشر بحدوث مثل هذا الارتقاء، وسوف نعود لمناقشة ذلك ببعض التفصيل في الفصل الثاني عشر.

يبقى بعد ذلك سؤال حول إمكانية إجراء الانتخاب صناعيا لتحسين النسل باستغلال المعلومات المتاحة عن الجينات المسؤولة عن الصفات الوراثية المرغوبة. وهو أمر شاع تطبيقه حديثا في عالم النبات (وبدرجة أقل في عالم الحيوان)، وإن كان الكثيرون لا يعلمون أن أول من فكر فيه كان معاصرا لداروِن (وبالتحديد أحد أقربائه واسمه «جالتون Galton»، وهو الذي صك لهذا الاتجاه العلمي مصطلحا جديدا هو الـ «يوجينيا Eugenics». ولقد سارع الناس من أقصى اليمين إلى أقصى اليسار إلى إيداع كل آمالهم في هذا الاتجاه العلمي كوسيلة للارتقاء بالنوع البشري، ولكن هذا الهدف النبيل للأسف قد أسيء فهمه أولا فأدى إلى سيادة التفرقة العنصرية، ثم أُسيء استغلاله، فارتكبت باسمه الفظائع في حق البشرية.

إن تحسين السلالات البشرية بتطبيق الـ «يوجينيا» غير ممكن لعدة أسباب: أولها عدم معرفتنا بالأساس الجيني للصفات البشرية المستهدفة بالتحسين الوراثي، والسبب الثاني هو جهلنا بالتوليفة الوراثية الصحيحة التي يتحقق معها التحسين من دون إخلال بالتوازن الجيني، والسبب الثالث والأهم هو الحرج الشديد في جميع خطوات هذا العمل الذي يتحتم فيه استخدام بني الإنسان كحيوانات تجارب، وهو أمر لا يقبله العرف في أي مجتمع يتمتع بأقل قدر من الديموقراطية.

### معنى المساواة البشرية

في عالم البشر ـ كما في جميع الكائنات التي تتكاثر تزاوجيا ـ تسود حقيقة بيولوجية، هي أنه لا يوجد إطلاقا فردان متشابهان. فكل فرد هو مجموعة من الخصائص المورفولوجية (الشكلية) والفسيولوجية (الوظيفية) والنفسية



(السلوكية) المترابطة في «توليفة Combination»، بحيث يتألف منها كيان لاشبيه له، إذ إن وراء هذه التوليفة عوامل جينية هي التي تتحكم في تشكيلها وإكسابها الشخصية المميزة، ومن ثم كان هذا التفرد المعجز الذي لا نرى له استثناء إلا بين التوائم المتناظرة، وبالإضافة إلى ما وراء التفرد من اختلافات متنوعة شكلية ووظيفية وسلوكية، يتمايز الأفراد في معدلات الذكاء ومستويات المهارة والقدرات الإبداعية التي نعزوها إلى المواهب Talents (وهي في الواقع حصيلة الموهبة والتدريب) وغير ذلك من مظاهر التمايز التي تجل عن الحصر.

إلا أن هناك نوعا من التمايز يوجد بين أفراد الكائنات التي تعيش حياة مجتمعية Social Life، ذلك هو تعدد الأشكال Polymorphism، وهو تمايز فئوي مرتبط بتوزيع العمل وضروري لسلامة الجماعة، التي يجب أيضا أن يسودها نظام عام يكفل الحقوق والواجبات. وواضح أن هذا التمايز الفئوي، أكبر من الاختلاف بين الأفراد. ولكن هناك ما هو أكبر من التمايز الفئوي ذلك هو التباين Diversity أي الاختلاف بين الأنواع الذي تناولناه بالشرح في فصول سابقة.

وللمساواة بين البشر مفهوم آخر يجعلها مرغوبة من معظم الناس، الذين لا يختلفون على أن الكل سواسية أمام القانون، وأن تكافؤ الفرص حق مكفول للجميع، ولكن ينبغي أن ننبه إلى أن المساواة Equality بمفهومها الأخلاقي هذا لا تعني تمام التطابق Total Identity.

ومن المعروف أن التمايز البيولوجي بين الأفراد قد يحول دون تحقيق التقدم في مجالات عديدة: كالتعليم والتربية البدنية والطب، وهنا قد يساء استغلال شعار المساواة فلا يتحقق باسمها إلا الضرر. والحقيقة أن تطبيق مبدأ المساواة هنا يحتاج إلى حس مرهف لتحري العدالة في مواجهة حالات التمايز البيولوجي، وفي هذا المعنى قال «هلدين» (١٩٤٩) عبارة كان محقا فيها تماما هي: «من المتفق عليه عموما أنه لا حرية من دون تكافؤ الفرص. ولكن الحقيقة التي لم يتبينها الناس بالدرجة نفسها من الوضوح هي أن تحقيق الحرية يتطلب توافر شرطين آخرين: الأول هو تنوع الفرص بما يناسب مختلف مستويات القدرة على العمل بين أفراد المجتمع، والثاني هو التحمل سواء من قبل هؤلاء تجاه المجتمع أو من قبل المجتمع تجاههم، حتى لو كان المستوى الذي يعجزون عن إدراكه ضرورة حضارية، ما دام عدم بلوغهم إياه لن يتسبب في إيقاف دولاب العمل في المجتمع».

# 12 الأخلاق والتطور

يتميز الإنسان عما عداه من الكائنات بمجموعة من السلوكيات الخاصة يطلق عليها اسم «الأخلاق Morality» فما طبيعة الأخلاق؟ وما مصدرها؟ وأيها أفضل للنوع البشري؟... لقد ظل البحث عن إجابة عن هذه الأسئلة وأمثالها الشغل الشاغل للفلاسفة الرواد بدءا من «أرسطو» إلى «كانت» و«سبينوزا». حتى أصبحت دراسة الأخلاق علما متميزا وُضعت فيه لأخلاق الإنسان نظرية خاصة هي: Theory of Human Morality. وإلى ما بعد انتصاف القرن التاسع عشر ظلت الإجابة التقليدية عن السؤال المحير عن منشأ الأخلاق البشرية هي أنها مجرد «هبة إلهية»، فما إن قامت الثورة الدارونية في عام ١٨٥٩، حتى فقد هذا الزعم صلاحيته واهتزت نظرية الأخلاق الإنسانية بقوة ليس لها مثيل.

ولقد واجهت الدارونية الأفكار السائدة وقت ظهورها عن الأخلاق بسلاحين: الأول هو نظرية الأصل المشترك Theory of Common descent التي حرمت الإنسان من المنزلة الخاصة التي بوأه إياها الفلاسفة متضامنين مع الديانات التوحيدية Monatheistic Religions، على الرغم من أن «دارون» كان متفقا معهم على وجود فرق جوهري بين الناس

«علينا ألا ننسى أن الأعراف الأخلاقية ذاتها قد تكونت نتيجة لتطور هو في جوهره نوع من التغير، وانتخاب طبيعي هو في جوهره ممارسة للاختيار».

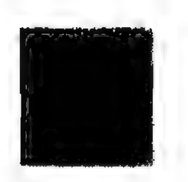
**المؤلف**



والحيوان في مسألة الأخلاق، حيث يقول فيما أعلنه عام ١٨٧١ ما نصه: «إن الحس الأخلاقي Moral sense أو الضمير Conscience هو حتى الآن أهم فرق بين الإنسان والحيوانات الدنيا»، ولكن بما أن النوع البشري قد تحدر من أسلاف حيوانية لا تتوافر فيها هذه الميزة البشرية، فمن الضروري إذن أن نجد تفسيرا لهذا الفرق بالمعايير التطورية. وحيث إن «دارون» لم يكن يعترف بفكرة القفزات التطورية، فقد أصر على أن الأخلاق الإنسانية لابد من أنها قد تكونت تدريجيا، خاصة أن المدة الزمنية التي انقضت منذ تفرع الخط التطوري البشري عن خط أسلافه من القردة العليا Apes (وهي تقدر بحوالى خمسة ملايين من السنين)، تعتبر كافية لأن يجتاز النوع البشري الجديد كل المراحل البيئية لعملية تطور الأخلاق تدريجيا دون حاجة إلى قفزة تطورية.

وهكذا وجد الفلاسفة أنفسهم أمام مهمة مضنية، هي البحث عن تفسير طبيعي لنشأة الأخلاق يحل محل التفسير الغيبي. وتشهد بهذا التحول الفكري متابعة ما صدر من مؤلفات خلال الـ ١٣٠ عاما الأخيرة، حيث كان ينشر سنويا بضعة مجلدات عن العلاقة بين الأخلاق والتطور، ولقد بلغ الأمر ببعض كتاب تلك الحقبة حد التعبير عن أملهم في ألا ينحصر دور دراسة التطور في إلقاء الضوء على المنشأ المجهول للأخلاق بل عن اعتقادهم في أن من شأن هذه الدراسة أن تفرز مجموعة من القواعد الأخلاقية الثابتة التي لها صفة القوانين. غير أن أئمة التطوريين قد اعتنقوا فكرة أكثر اعتدالا هي أن الانتخاب الطبيعي ـ إذا وجه نحو الهدف الصحيح ـ من شأنه أن يؤدي إلى ظهور سجايا حميدة لعل في مقدمتها الإيثار Altruism الذي يرجع إليه معظم الفضل في تحقيق الصالح العام للنوع البشري. ويصر المشتغلون بالدراسات الأخلاقية على أنه لا العلم بوجه عام ولا البيولوجيا التطورية بصفة خاصة يمكن أن يكونا مصدرا للمعايير الأخلاقية، وهم في ذلك محقون تماما، ولكن من المهم أن نعترف أيضا بأن الدراسة الحقيقية للأخلاق لا تكتمل إلا إذا اتخذت الحقائق البيولوجية وبخاصة البرنامج الجيني أساسا لفهم تطور الحضارة الإنسانية التي لا يماري أحد في تأثيرها في الأخلاق وتأثرها بها.

ومن المعروف أن علم الأخلاق ـ بحكم أن القيم المعنوية هي مجال دراسته ـ قد بقي ميدانا للصراع بين العلم والفلسفة، وفي هذا يزعم معظم الفلاسفة أن على العلماء أن يلزموا حدود الحقائق المادية ويتركوا للفلسفة مهمة إرساء القيم المعنوية وتحليلها، غير أن العلماء يبرزون نقطة مهمة هي أن المتابعة المعرفية لسلوكيات الناس لابد من أن تقودنا إلى اعتبارات خلقية، ومشكلة الانفجار السكاني هي



أوضح مثال لذلك. ويشعر العلماء أن من واجبهم لفت الانتباه إلى مثل هذه المشاكل واقتراح الحلول لتصحيح ما ينتج عنها من اخطاء، وهذا بالضرورة سيتضمن المساس بالقيم المعنوية التي يزعم الفلاسفة أنها ليست من شأن العلماء، فكثيرا ما يكون فهمنا للجوانب العلمية لأي مشكلة اجتماعية ـ أي ذات طابع أخلاقي ـ عونا لنا على تمييز الحل الصحيح إذا تعددت الخيارات.

## منشأ علم الأخلاق البشرية

لو اقتصر دور الانتخاب الطبيعي على تحقيق المنفعة الفردية، لما وجدت أخلاق لأن قمة الفضائل الأخلاقية هي الإيثار الذي قوامه الإحساس بالمسؤولية تجاه تحقيق الصالح العام، وهذه قضية قديمة تناولها بعض التطوريين ومنهم «هكسلي» في بحثه الصادر عام ١٨٩٣ بعنوان «التطور والاخلاق Evolution & Ethics» الذي كان مصدر كثير من الحيرة بين المهتمين بهذه القضية، فالانتخاب ـ كما فهمه «هكسلي» ـ لا يستهدف إلا الأفراد، وقد قاده هذا الفهم إلى استنتاجات تنتقص من صلاحية الانتخاب لتحقيق هدف اعظم هو مصلحة الجماعة. ولسوء الحظ إن ما كتبه «هكسلي» ـ على ما فيه من أوجه النقص ـ كان ـ ومازال حتي اليوم ـ يعتبر أحكاما فوق مستوى المناقشة أوالتبرير.

على أن هكسلي» كان محقا في إدراكه وجود نوع من التعارض بين مصلحة الفرد ومصلحة الجماعة (وإن كان تصوره لهذا الفرق غير واضح)، فالمشكلة الرئيسية أمام اي مشتغل بهذه القضية هي حل لغز ظهور العمل الإيثاري بين أفراد أنانيين أصلا، وبالنسبة لمعتنق الداروينية، فالتحدي القائم هو: كيف أمكن للانتخاب الطبيعي أن يحقق صفة الإيثار إذا كان كل هدفه تحقيق مصلحة أفراد، لا يهم كل منهم إلا نفسه في صراعه مع الآخرين من أجل البقاء؟

إن الجدل الساخن الذي ظل دائرا طوال الثلاثين عاما الأخيرة حول هذه المشكلة قد كشف عن اختلاف معنى الإيثار بين المتجادلين على الرغم من تعريفه الشائع بأنه «عمل يحقق نفعا للغير على حساب القائم به» (تريفير Trivers ـ ١٩٨٥)، ومثال ذلك هو ما يطلقه قائد سرب الحيوانات ـ عندما يلوح له أحد المفترسات ـ من صيحات تحذير، تلفت اليه انتباه المفترس فيكون هو أول من يتعرض للخطر. كل هذا متفق عليه، ولكن الخلاف كان قائما حول ضرورة اقتران العمل الإيثاري بوقوع ضرر على فاعله.



الحقيقة أن الفيلسوف «اوجست كونت August Comte» كان قد «صك» مصطلح الإيثار للدلالة على نزعة الاهتمام بتحقيق ـ الخير للآخرين وحسب، كما أننا نستعمله في لغتنا اليومية من دون أن نحمله أكثر من هذا المعنى. وبهذا تندرج، تحت الأعمال الايثارية، مساعدة عجوز على النهوض مع أن الفاعل لم يخسر إلا دقائق معدودة من وقته، وكذلك ما يقوم به أصحاب القلوب الرحيمة من أعمال البر على رغم أن معظمهم يجدون متعة في ذلك. والأمثلة كثيرة ومختلفة من حيث حجم ما قد يقع على الفاعل من ضرر قد يصل إلى حد الاستشهاد. ومن الأهمية بمكان أن نميز بين كل هذه الأنواع المختلفة من الأفعال السلوكية قبل أن نحاول تحديد الكيفية التي نشأت بها صفة الإيثار في الإنسان عن طريق الانتخاب الطبيعي.

وككل الصفات التي تأصلت في الإنسان عن طريق التطور والانتخاب، أصبح لكل سجية أخلاقية كيانها المادي في تركيبته الجينية (النمط الجيني)، بمعنى أن الاستعداد للتحلي بها أصبح قابلا للتوارث عبر الأجيال حيث تكون ممارستها هي التعبير الملموس عما حدث في النمط الجيني من تغير. وإن تفاوتت حظوظ الأقارب من سجية أخلاقية معينة، فذلك راجع إلى الاختلاف في محصلة التفاعل بين عاملين متكاملين هما: التوليفة الجينية والممارسة، حيث إن ممارسة السجية الأخلاقية هي في جوهرها فعل سلوكي تتوقف درجة النجاح في أدائه على محصلة عاملين متكاملين هما الغريزة (ممثلة في الاستعداد الوراثي) واكتساب الخبرة (ممثلا في الاقتداء والتدريب).

والحقيقة أن «دارون» كان قد وضع قدمه بالفعل على بداية الطريق المؤدية إلى حل هذا اللغز الذي لم نكد نقترب من فهمه الصحيح إلا أخيرا، وتفسير ذلك في نظري هو أن الانتخاب يستهدف الشخص من ثلاثة مستويات: كفرد بذاته أولا ثم كعضو في أسرة (أو بتعبير أدق: كمنتج للذرية) ثم كعضو في وحدة مجتمعية. فأما بالنسبة لمستوى الفرد في ذاته فإن الاصطفاء لا يثمر إلا تحسين نزعات الأنانية ـ (كما تصور «هكسلي»)... أما بالنسبة للمستويين الآخرين فإنه يؤدي إلى ظهور نزعة تحقيق الخير للغير، وهذا هو الإيثار. والمواقف الصعبة التي تواجه دارسي علم الأخلاق سببها النظر إلى المشكلة من جانب واحد، ولذلك فإنها لن تفهم حق الفهم إلا بالنظر إليها من أبعادها الثلاثة.



## الإيثار الشمولي Inclusive Fitness Altruism

صورة خاصة من الإيثار شائعة بين الحيوانات، وبخاصة تلك الأنواع التي يرعى فيها الأبوان صغارهما، او تلك التي تعيش في جماعات ذات تكوين أسري. وأركان هذا النوع من الإيثار هي: قيام الأم (وأحيانا الأب) بالدفاع عن الذرية، والنزعة لحماية الأقرباء من الخطر (أو على الأقل تحذيرهم منه)، والميل إلى مشاركتهم الطعام، وما إلى ذلك من الأفعال السلوكية الواضحة النفع للمتلقي، التي قد يتسبب القيام بها في وقوع ضرر على فاعلها، ولعل رعاية الوالدين صغارهما هي أوضح وأصدق مثال لهذا النوع من الإيثار.

ووفقا لما أبرزه عدد من علماء «بيولوجيا المجتمع Sociobiologists ـ وفي مقدمتهم: «هلدين Haldane» و«هملتن Hamilton» ـ فإن هذه السلوكيات تعتبر من أفضل ثمار الانتخاب الطبيعي لأنها مقترنة برفع كفاءة التركيبة الجينية لكلا الطرفين: المؤثر altruist والمنتفعين بالإيثار Beneficiaries (الذرية والأقارب).

ولو التزمنا بالمعنى الحرفي للإيثار (وهو أنه بذل للغير على حساب المؤثر)، لأخرجنا من دائرته كل خدمة للغير مادامت غير مقرونة بالتضحية (ومن باب أولى إذا عادت على فاعلها بالمنفعة). ومادامت السلوكيات التي ذكرناها قد ثبت اقترانها برفع كفاءة التركيبة الجينية للفاعل، إذن فقد شابتها شبهة الأنانية. والحقيقة أن المؤلفات في علم بيولوجيا المجتمع تحتوي على مئات من الحالات التي تبدو إيثارية، وكان مصيرها ـ وفقا لهذا المعيار ـ أن تدخل في دائرة الأنانية. ومن أجل هذا ظلت الأعمال المنشورة في مجال التطور حافلة بالآراء المتضاربة حول ظاهرة الإيثار الشمولي، لدرجة أن فريقا يعتبر أنها هي الأصل الذي ترد إليه كل صور الأخلاق البشرية، بينما يرى البعض أنه لم يعد للإيثار الشمولي وجود في ظل التعريف الحقيقي للسلوكيات بمعايير علم الأخلاق الحديث.

أما موقفي فهو موقف وسط خلاصته أن الإيثار الشمولي لم يندثر، بل مازالت صورته واضحة بين البشر، متمثلة في حب الأم أطفالها غريزيا، وفي تحيز أفراد الأسرة للأقارب ضد الأجانب، وغير ذلك مما أعتبره «بقايا» للتعاليم الواردة في بعض وصايا العهد القديم، وفيما يبدو لي أن الإيثار الشمولي بانحصاره اليوم في دائرة ضيقة هي حب الأبوين أطفالهما، لم يعد يمثل الا قطاعا صغيرا من الأخلاق البشرية.



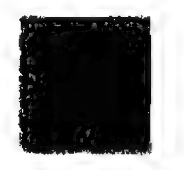
ولقد كان «دارون» مدركا تماما لوجود ظاهرة الإيثار الشمولي، كما يُستشف من كلامه عن عادة بعض القبائل قتل بعض النابهين من أبنائها كقربان، حيث يقول «لو أن أمثال هؤلاء الرجال تركوا أطفالا يرثون نجابتهم، فسوف تتحسن فرص إنجاب المزيد من النوابغ وبخاصة في القبائل الأصغر حجما، وحتى ولو لم يتركوا ذرية فإن القبيلة تظل بالفعل محتفظة برابطة الدم بينهم وبينها (١٨٧١). والحقيقة أن آثار الانتخاب المؤدية إلى انتشار الإيثار الشمولي لا يقتصر وجودها على البشر، بل تتعداهم الى كل الحيوانات التي تعيش في مجتمعات أسرية، والتي طالما أكد «دارون» قدرتها على التعرف على أقاربها ونزعتها إلى محاباتهم، وهما في نظر «دارون» من الغرائز الاجتماعية، أي التي لا تمتد ممارستها إلى أفراد خارج الجماعة (ولو كانوا من النوع نفسه). وبعد أكثر من مائة عام من هذا الكلام العام، الذي ارتاد به «دارون» موضوع العلاقة الأسرية بين الحيوانات، نشر باتيسن Bateson (١٩٨٣) نتائج تجارب تقدم الأدلة العملية على ما وصل إليه هذا «الحس العائلي» من تقدم بين بعض الحيوانات.

### الإيثار المتبادل Reciprocal Altruism

في الحيوانات التي تعيش فرادى تقل فرصة الإيثار الشمولي، حتى ليكاد ينحصر في علاقة الأم بصغارها، ليفسح المجال لنوع آخر من الإيثار قوامه تبادل النفع بين فردين لاثالث لهما، وهو شيء أشبه بتحالف اثنين على الاشتراك في قتال عدو إذا هاجم أيا منهم. ومن الأمثلة النمطية للإيثار المتبادل قيام بعض صغار الأسماك بتنظيف أجسام بعض كبار الأسماك المفترسة مما على جسمها من الطفيليات.

في الواقع أن مصطلح الإيثار هنا يستعمل بمفهومه الواسع، لأن الطرف الذي نسب إليه صفة الإيثار يجني منها دائما إما نفعا فوريا أو متوقعا، ومثل هذه العلاقات المتبادلة وبخاصة بين الرئيسيات قائمة على ما يشبه «حسابات الجدوى» من كلا الطرفين. وبتعبير آخر فهي في جوهرها تتصف بالنفعية أكثر منها بالإيثارية.

فإذا ما انتقلنا من عالم الحيوانات إلى عالم البشر حيث يسود الحياة الطابع الاجتماعي لوجدنا أن تشابك العلاقات وتداخل المصالح يزيد الأمر تعقيدا. ومن أمثلة ذلك ما يعود على فاعلي الخير من إعجاب المواطنين وما يحوزه أفذاذ العلماء من جوائز عالمية تقديرا لإنجازاتهم المتميزة وما يمنح لأبطال الألعاب الرياضية من «ميداليات» أولمبية، وهنا ينبغي أن نتذكر أن كل الإنجازات العظيمة



التي حققت أكبر الخير للبشرية إنما تمت على أيدي نفر قليل لا يتجاوز جزءا من الواحد في المائة من مجموع البشر، وأنه لولا ما يلقون من تقدير أو يتلقون من جوائز لانهار المجتمع البشري وشيكا مثلما حدث للمجتمعات الماركسية التي كانت قائمة على مبدأ الشيوعية.

غير أنه ليست كل الأفعال الإيثارية تؤدي إلى المكافأة، ونحن، بالتأكيد، نعلم حالات لم يكن القائم بالعمل الإيثاري فيها يتوقع أي مكافأة (بل ربما في الواقع لم يكن يريدها). ولقد زعم البعض أن الإيثار المتبادل لو مورس بانتظام فقد يمهد الطريق لأعمال إيثارية خالصة لا ينتظر فاعلها أي نفع يعود عليه، ولا على أقاربه، وعلى هذا فلربما كان الإيثار المتبادل بين أسلافنا هو أحد جذور الأخلاق البشرية.

## انبثاق الإيثار الحقيقي

في فجر تاريخ البشرية كان الناس يعيشون في أسر متفرقة حيثما توافر المأوى والماء والطعام، وكان الانغلاق هو السلوك المميز لهذه الوحدات الاجتماعية الصغيرة، حيث لا يمتد التعاون والإيثار إلى أبعد من أفراد الأسرة الواحدة باعتبار أن أفراد الأسر الأخرى دخلاء، بل ربما أعداء يطمعون فيما أتيح لهم من متطلبات الحياة (عين ماء أو قطعة أرض مثمرة أو كهف آمن). وكان طبيعيا أن يلتقي شباب أسرتين متجاورتين عند عين ماء مشتركة، وأن تعقب ذلك مصاهرة تؤدي إلى اندماج الأسرتين في أسرة كبيرة فيتسع نطاق التعاون والإيثار، وإن بقي بعد ذلك محصورا في دائرة الأقارب.

ولاشك في أن الأسرة في حجمها الجديد قد شعرت أنها أصبحت أقدر على الانتصار في أي معركة دفاعية أو هجومية في سبيل الاستيطان، ولعل هذا قد دفع بعض الأسر الممتدة أن تتحد في «قبيلة» تتلاشى فيها الفوارق السابقة بين المصالح والمسئوليات الأسرية لتحل محلها مصلحة عامة ومسؤولية مشتركة. فإذا ما تحقق هذا ولد ما يمكن أن نسميه «مجتمعا Society» بالمعنى العلمي، أي الذي يمكن تمييزه إلى شرائح وفئات مختلفة (ليست هي الأسر التي تألف منها أصلا)، ويسوده نظام محدد يضمن تعايش فئاته أو شرائحه على أساس من التعاون الذي يستهدف تحقيق الصالح العام قبل المصالح الفردية أو الفئوية. وفي مثل هذا النظام يتخذ الإيثار صورة جديدة لا تقتصر فيها المنفعة على الأفراد مهما كانت درجة قرابتهم، ولا حتى على وحدة مجتمعية معينة (أسرة أو

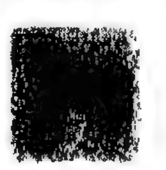


فئة)، بل تتجاوز كل هذه المستويات، مستهدفة مصلحة الجماعة ككل محققة في ذلك، بشكل عرضي، جانبا من النفع لمن تتفق مصالحهم مع الصالح العام والضرر لمن تتعارض مصالحهم معه.

وهذه هي أرقى صور الإيثار، وأهم ملامحها تقلص دور الغريزة الذي يشوب صور الإيثار الأخرى بشائبة الأنانية، وبتتبع تاريخ البشرية نكتشف أن ظهور هذه الصورة الراقية من الإيثار كان مواكبا لمولد المدنية (انظر أواخر الفصل الحادي عشر) كنوع من المواءمة لنمط الحياة الجديد، وقد حقق ذلك نقلة حضارية تعتبر أهم خطوة على طريق «الأنسنة» (إكساب البشر البدائيين صفات الإنسان Humanization) وهذا يقودنا إلى الحديث عن تطور هذه الصورة الراقية من الإيثار في الإنسان.

في مستهل هذا الفصل دار الحديث حول نشأة الأخلاق في الإنسان على رغم تحدُّره من أسلاف حيوانية تفتقر إلى هذه المزية الإنسانية، وحول دور الانتخاب الطبيعي في نشأة صفة الإيثار بين أفراد هم أنانيون بطبعهم، وإضافة إلى ذلك نشير هنا إلى أن الإيثار في فجر البشرية كان مقتصرا على الأقارب، وهذه صورة بدائية غريزية من الإيثار تناسب المعيشة في وحدات أسرية. فلما تطورت الأسر إلى تجمعات أسرية، ثم إلى مجتمع مفتوح بمعناه العلمي الذي سبق شرحه، لزم أن تتسع دائرة الإيثار لتشمل الأباعد مع الأقارب، وهكذا بدأت مرحلة تطور الإيثار الحقيقي بين أسلافنا من الرئيسيات التي مارست الحياة الاجتماعية، ثم بدأ الانتخاب يؤدي دوره بأن تهلك الجماعات التي بقي فيها الإيثار غريزيا محصورا في دائرة الأقارب، بينما تبقى الجماعات التي تمارس الإيثار الحقيقي الذي نرى صورته البدائية اليوم بين بعض «قردة الرباح Baboons»، حيث تُتبادَل المآثر بين أفراد لا تربطهم صلة القرابة. ولقد كان «دارون» مدركا تماما لدور الانتخاب في تأصيل هذه السمة الأخلاقية على امتداد تاريخ البشرية، ففيما قبل نشوء الحياة الاجتماعية كان الضغط الانتخابي يستهدف الفرد ليولد فيه الإيثار الغريزي المحدود في دائرة أواصر الدم، فقد أصبح بعد نشوء الحياة الاجتماعية يقع أيضا على الجماعة ليثمر في النهاية هذه الصورة المتكاملة من الإيثار الراقي، وربما أيضا أي فضائل أخلاقية أخرى من شأنها أن تزيد قوة الجماعة ولو على حساب الفرد.

والإيثار بهذه الصورة هو الإيثار الحقيقي الذي يتصدر قائمة الفضائل، بل يعتبر من أهم مصادر الأخلاق البشرية، لأن ممارسته تتطلب استيفاء شروط الفعل الأخلاقي وأركانه، وهي التي لخصها «سمبسون» (١٩٦٩) في ثلاث نقاط هي:



وجود بدائل للتصرف في مواجهة الموقف الذي يتعرض له الإنسان، وقدرة الفرد على تقييم هذه البدائل بمعايير أخلاقية والمفاضلة بينها، وأخيرا حريته في اختيار ما رآه أفضل وقدرته على تنفيذه. وهذه هي القواعد الأخلاقية التي أعاد «أيالا» صياغتها بعد قرابة عشرين عاما مع تحوير بسيط هو إضافة بند فرعي مضمونه قدرة الفرد على تقدير عواقب ما سيقوم بعمله.

والقدرة على المفاضلة والاختيار الإرادي هي أهم ما يميز الإنسان على الحيوان، الذي يتصرف بدافع من غريزته وحدها، وهي في الوقت نفسه الخط الفاصل بين العمل الأخلاقي والعمل اللاأخلاقي، ويرتبط بهذا الفرق تميز الإنسان أيضا بالشعور بالذنب وتأنيب الضمير، والرغبة في التوبة عند الوقوع في خطيئته. وعودا على بدء، نذكر أن قدرة الإنسان على التصرف بشكل أخلاقي قد سبقها إعداده لذلك بمقومات تركيبية، أهمها كبر حجم الدماغ وأخرى بيولوجية في مقدمتها امتداد فترة رعاية الأبوين للصغار حتى بلوغ سن الشباب، كما واكبتها تطورات اجتماعية وثقافية أدت إلى إرساء التقاليد والأعراف (انظر الفصل العاشر) وإن استحال تمييز السبب من النتيجة تحديدا في معظم هذه الأحداث التطورية.

### الوحدات المجتمعية وخصوصية الأعراف الخلقية

بالضمير يميز الإنسان بين الفضائل والرذائل، وبالعقل يضع معايير الحكم على الأفعال الاحتمالية وفي مقدمة هذه المعايير النسبة بين نصيب الفرد ونصيب الجماعة، فيما ينتج عن تنفيذ الفعل من خير أو شر. وبعد نشأة الحياة الاجتماعية كثرت الأفعال الاحتمالية، فزاد اعتماد الإنسان على العقل في تقييمها وفقا للمعايير التي يضعها هو ويطبقها أيضا. وكان هذا مدخلا واسعا للاختلاف في الحكم على كثير من الأفعال الأخلاقية اختلافا مرتبطا بنصيب الوحدة الاجتماعية من الحضارة والثقافة (قرية أو مدينة - قديمة أو عصرية - متفتحة أو منغلقة)، وأيضا بحجمها (أسرة - أسرة ممتدة - قبيلة - أمة)، علما بأن تعدد الشرائح والفئات وتنوعها في الوحدات الكبيرة كثيرا ما يكون مصحوبا بتداخل المصالح بها وتضاربها (إضافة إلى الاختلاف الأصلي بين المصلحة الفردية ومصلحة الجماعة ككل)، ومن هنا انبثقت من المعايير الأخلاقية الأساسية والثابتة معايير فرعية، مؤقتة ومحلية، يمكن أن نسميها «الأعراف Norms»، لعل أهم فرق بينها وبين المعايير الأخلاقية الأساسية هو اختلافها في الحكم على طبيعة الفعل الأخلاقي

الواحد باختلاف الزمان والمكان وطبيعة التركيبة الاجتماعية، فتحديد النسل مستحب والإجهاض مباح في عرف المجتمعات ذات الكثافة العالية والمتحررة من قيود الشرائع السماوية، وكذلك في البلاد التي يدعوها وعيها الحضاري إلى الحرص على تأمين أعلى مستوى معيشي لمواطنيها (وإن لم تبلغ كثافتها حد الاكتظاظ). بينما يعتبر تحديد النسل عيبا والإجهاض جريمة في المجتمعات المحافظة أو القليلة الكثافة، أو التي تسودها مفاهيم أن الذرية ثروة ومنعة، ولذلك كثيرا ما يعيش فيها أبناء جيلين أو ثلاثة أجيال في أسرة ممتدة تشبه القبيلة. وعلى العكس من ذلك نجد العرف السائد في المجتمعات الصناعية هو أن ينفصل الأبناء عن الأبوين بمجرد بلوغهم سن التجنيد (بل سن التعليم العالي). والحقيقة أن هذه الاختلافات المحلية في الأعراف الأخلاقية قد تكون خيرا للبشرية عامة. ولعل التفكير في هذه القضية يهدينا الى الإجابة عن السؤال الذي حير الفلاسفة منذ عصر أرسطوطاليس حتى عصرنا الحديث حول اختلاف المعايير الأخلاقية باختلاف طبيعة المجتمع ونصيبه من الحضارة.

ولعل رأي الفيلسوف المعاصر «برترند رسل Bertrand Russel» هو الأقرب إلى الدقة في التعبير عن حقيقة الأمر، إذ إنه يحكم بصحة أخلاقية كل عمل يخدم الجماعة على أحسن وجه، ويقول «إن مقارنة المعايير والأعراف الأخلاقية في العالم تكشف لنا عن أن أنجح المجتمعات هي التي تضحي بمصلحة الأفراد في سبيل مصلحة الجماعة، أوعلى الأقل تخضعها لها» (انتهى كلام رسل) الذي عبر عن الحقيقة، فنحن نشهد ازدهار المجتمعات حيث تسود الأعراف الأخلاقية التي تعلي شأن الصالح العام، بينما المجتمعات التي تسود فيها أعراف تتجاهل الصالح العام في سبيل المصالح الفردية مصيرها هو الانهيار فالانقراض.

على أن الأمور لا تسير على هذا النحو إلى ما لانهاية، فمن الوارد أن يغري النجاح مجتمعا متفوقا بالعدوان على بعض جيرانه الذين يحتمل أن يؤدي تضافرهم وتضحياتهم إلى تكبيد المعتدي خسائر تسبب له انتكاسة تعود به إلى نقطة الصفر. وهكذا فإنه من المناسب أن يراجع كل مجتمع نظمه الأخلاقية من آن إلى اخر حرصا على دوام النجاح.

إضافة إلى ما ذكرنا من عوامل حضارية واجتماعية، قد تحدث في المجتمع الواحد ظروف مؤقتة تؤثر في نوعية حكمنا على صلاحية أي عمل لخير الجماعة، وبالتالي على كونه أخلاقيا أو غير أخلاقي. ويذكرنا «ولسن»

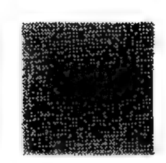


فيما نشره العام ١٩٧٥ بحادثين عالميين يمثلان أثر الظروف الطارئة في تقييمنا للأخلاق: أولهما ما واجهت به «أيرلنده» مشكلة مجاعة البطاطس في المدة من ٤٦-١٨٤٨، والثاني هو تعامل اليابان مع الاحتلال الأمريكي في أعقاب الحرب العالمية الثانية. وعموما فإن الأعراف الأخلاقية تختلف من حيث الترتيب في الأهمية باختلاف الظروف وطبيعة المجتمع، ومن الأمثلة ذلك الخلاف القائم بين الحكومتين الصينية والأمريكية حول أهمية حقوق الإنسان. ونرى أن التربية الاجتماعية للصغار يجب أن تتضمن تعليمهم كيف يحددون مراتب الأعراف الأخلاقية.

ولقد حاول فلاسفة الغرب معالجة هذه القضية باقتراح مختلف المقاييس لتحديد مراتب القيم الأخلاقية ولكل مقياس عيوبه في التطبيق، وهناك اتفاق عام من قديم الزمان أن الصدق والعدل هما أول ما يجب أن نحرص عليه مهما اختلفت المعايير، أما في العصر الحديث فقد ترددت أصوات تنادي بإعلاء شأن كل ما يعمق معنى حياة الفرد.

إن كثيرا من الأمور التي تعتبر أخلاقية يتوقف على حجم الوحدة الاجتماعية المعنية بالدراسة، وفي المجتمعات البدائية يبدو أن هناك «حجما أمثل» للوحدة تستقيم معه أمورها، بحيث لو تجاوزته فقد القادة سيطرتهم على الجماعة فبدأت في التفكك، وهو أمر شائع بين بعض الحيوانات الاجتماعية، وقد شوهد في عالمنا بين قبائل هنود أمريكا الجنوبية. ومن الناحية الأخرى لو كانت الجماعة أصغر مما ينبغي فإنها تصبح هدفا سهلا لهجمات الجماعات المنافسة. وبالعودة إلى بدء اشتغال الإنسان بفلاحة الأرض (منذ حوالى ١٥ ألف سنة) نجد أن توافر الطعام قد سمح بتنامي القبائل البشرية إلى مجتمعات أكثر قدرة على حماية نفسها ضد الاعتداءات. وكان هذا بالطبع مقرونا بنشأة قيم أخلاقية جديدة لعل في مقدمتها زيادة الاهتمام بحقوق الملكية.

ثم كان انتقال الإنسان من حياة الريف إلى حياة الحضر مصحوبا بتنامي حجم وحداته الإجتماعية (نشأة الولايات States) وباتساع المدارك الثقافية. ومن ثم نشأت داخل كل ولاية طبقات إجتماعية مختلفة لكل منها مفاهيمها الأخلاقية، مما ساهم في خلق تفاوت عظيم بينها، يكاد يصل أحيانا إلى التنافر، ومن هنا كان المدخل إلى الثورات، ولعل الصراع الذي دار في الغرب طلبا للديموقراطية والمساواة كان تعبيرا عن الخلل الذي أصاب المجتمع في عصور سابقة.



وتختلف المجتمعات عن بعضها بعضا في درجة تجانس شرائحها الداخلية وبالتالي في أعرافها الأخلاقية، والمجتمع الأمريكي الحديث مثال صارخ لعدم تجانس الفئات. ولعل هذا يفسر لنا تعدد الآراء وتضاربها حول كثير من قضايا المجتمع مثل: الإجهاض والشذوذ وبعض مواد قانون العقوبات وحقوق المعاقين.

**الأعراف الأخلاقية نتيجة «تدبير» أم مصادفة؟**

وبعد، فما العامل الفاعل وراء نشوء الأعراف الأخلاقية بكل مجتمع؟ هل هو عامل خارج عن إرادة الإنسان (المصادفة) أم خاضع لها (التدبير)؟ إن الاختلافات الهائلة التي تتسم بها أعراف القبائل البدائية ترجح الاحتمال الأول، ففي هذه الحالات تندثر المجتمعات ذات الأعراف السيئة، وتبقى ذات الأعراف الصالحة، وفي الحالين تكون المصادفة هي العامل المسيطر الذي لا سلطان لإرادة الإنسان عليه. ومن الناحية الأخرى، فإن التجانس والاستقرار اللذين تتسم بها أعراف البلاد العريقة حضاريا ـ كالهند والصين ـ يرجح الاحتمال الثاني، إذ أن الأعراف فيها هي ثمرة نشاط فكري إنساني متمثل في الفلسفات والديانات، ورسوخ أعراف هذه البلاد عبر تاريخها الطويل يوحي بأن فلاسفتها وأنبياءها درسوا مجتمعاتهم بعناية مستغلين قدرتهم على التدبر، واتخذوا ما لا حظوه أساسا لتحديد ما يناسب تلك المجتمعات من أعراف، سرعان ما رسخت وتوارثتها الأجيال حتى أصبحت جزءا من التراث الثقافي لتلك الشعوب.

ويرى بعض المفكرين أن كل فعل أخلاقي يقوم به إنسان، إنما يصدر عنه كمحصلة لتحليل المغانم والمغارم Cost- Benefit Analysis، بينما يرى آخرون أنه مجرد استجابة تلقائية لما أسماه «دارون» بالغريزة الاجتماعية، وفي اعتقاد المؤلف أن الحقيقة تقع بين التدبر والغريزة، فمن الواضح أننا لا نضع عرفا خاصا لكل مشكلة خلقية، وإنما نحن في الغالب نتخذ قرارنا بتطبيق الأعراف التقليدية الخاصة بحضارتنا تطبيقا آليا، ولا نلجأ إلى التحليل وحسابات الجدوى إلا حينما يوجد تضارب بين بضعة أعراف بشأن المشكلة التي تواجهنا. ولكن كيف يكتسب الفرد القدرة على مواجهة كل موقف بما يناسبه؟ وبتعبير آخر، ما حجم دور كل من الفطرة والتربية في تنمية الحس الأخلاقي؟



### كيف يكتسب الفرد الحس الأخلاقي؟

بعد ظهور علم الجينات في القرن العشرين، ازداد التساؤل حول منشأ الحس الأخلاقي، وهل هو فطري أو مكتسب؟ وكان اعتقاد السلوكيين وأتباعهم هو اننا نولد كصفحة بيضاء، وأن كل أعمالنا تتم نتيجة للتعلم. وعلى العكس من ذلك كان علماء الأخلاق ـ وبخاصة علماء بيولوجيا المجتمع ـ يميلون إلى الاعتقاد بأن وراء تصرفات كل فرد برنامجا جينيا، تحدث هذه التصرفات في حدود بنوده المقررة سلفا. فما القرائن التي يسوقها كل فريق لتأييد زعمه؟

يسوق السلوكيون شواهد مختلفة عدة منها: التباين الهائل بين أخلاقيات مختلف القبائل أو الفصائل العرقية، والانهيار الكلي لمبدأ الأخلاق تحت سيطرة نظم سياسية بعينها أو بعد الكوارث الاقتصادية، وممارسة الاضطهاد ضد الأقليات وبخاصة العبيد، والوحشية في معاملة الأيتام بتسخيرهم في أنشطة مشبوهة قد تتضمن اللواط. كل هذا أدى بالسلوكيين إلى إنكار أي دور للفطرة في تشكيل الحس الأخلاقي، والاعتقاد في خضوع كل السلوكيات الأخلاقية لتدخل الإنسان وفقا لما تمليه ظروف البيئة، ولكن اصحاب الرأي المضاد يرجحون وجود عامل جيني يولد مع الفرد ويوجه تصرفاته.

وفي خلال العقود الأخيرة تجمعت شواهد تبين أن القيم الأخلاقية في نظر الفرد تحدد نتيجة لمحصلة تأثير عاملين: النزعات الفطرية والتعليم الذي له الدور الأخير في خلق الحس الأخلاقي لدى الأفراد (وإن اختلفوا كثيرا في مدى قدرتهم على الاستفادة مما تعلموه)، وهذه القدرة تتناسب إيجابيا مع قابلية الفرد لاعتناق اعراف جديدة تسد ثغرات النقص في المبادئ المتوارثة أو تحل محلها جزئيا.

وتجدر الاشارة إلى أن بعض الأطفال تبدو عليهم أمارات استعداد وراثي لأن يكونوا أشرارا أو أخيارا، وبالفعل أثبتت بعض الدراسات الحديثة وجود عامل جيني (وراثي) وراء هذه الظاهرة، ومن ناحية أخرى كشفت الأبحاث التي أجراها علماء نفس الأحداث عن وجود تباين في المسارات الأخلاقية لا تتغير في أثناء مرحلة المراهقة، مما يعزز فكرة الاستعداد الوراثي للخير أو الشر، غير أن إثبات إمكان توارث الصفات الحميدة يبدو مع الأسف أكثر صعوبة من إثبات توارث الصفات الذميمة. وليس هذا بجديد، فقد سبق أن سجله «دارون» منذ أكثر من قرن ونصف بناء على ما لاحظه في بعض العائلات ذات الثراء، حيث يولد الأطفال وبداخلهم نزعة عدوانية (يعتقد «دارون» أنها انتقلت إلى الإنسان من أسلافه من

الرئيسيات التي تعيش في إقطاعيات Territories)، وهي الآن تفصح عن نفسها في صورة تفشي العنف بين الناس، وقد أعرب «دارون» (١٨٧١) عن أمله أن يكون الاستعداد للصفات الحميدة أيضا قابلا للتوارث.

ولكن الوراثة ليست هي كل شيء ، فالمسارات الخلقية تتأثر بعوامل أخرى تطرأ بعد الولادة، في مقدمتها القدوة والظروف الاجتماعية كما تدل على ذلك التحاليل والإحصائيات. والأمر مازال في حاجة إلى المزيد من البحوث لتحديد دور كل من الوراثة والاكتساب في تكوين الأخلاقيات الإنسانية.

### برنامج سلوكي مفتوح

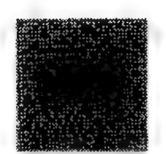
فيما يخص الأفعال السلوكية عامة (والأخلاقية خاصة)، يتميز الإنسان عن سائر الحيوانات بتفوق دور التعليم (الذي يكتسب بعد الولادة) على دور الغريزة (الذي يولد مع الطفل محمولا على الجينات)، وبتعبير آخر فإن الشخصية الأخلاقية للإنسان (بما فيها ما يعتنقه من مبادئ وأعراف) تتكون كمحصلة لعاملين متكاملين هما الطبيعة والتنشئة Nature & Nurture، وتشير نتائج الدراسات العديدة التي أجراها علماء النفس وبيولوجيا المجتمع إلى كثرة ما يكتسبه الإنسان في مرحلة الطفولة والشباب من مفاهيم أخلاقية. فإذا كان الطبع في الحيوان يغلب التطبع، فإن التطبع في الإنسان هو الذي يغالب الطبع وكثيرا ما يغلبه.

إن للتطبع في سلوك الانسان أثرا قويا يرجع في المحل الأول إلى زيادة قدرة دماغه على اختزان الأحداث والمعلومات، ولهذه القدرة أثرها القوى في تكوين المفاهيم الأخلاقية عند الإنسان كما أشار إلى ذلك أخيرا «ودينجتن Waddington» في بحث نشره العام١٩٦٠. ومعنى ذلك في رأي المؤلف، أن كثيرا مما يستهدفه السلوك الإنساني ويحققه ليس غريزيا (أي خاضعا لبرنامج جيني مغلق)، بل هو يكتسب بعد الميلاد، ويتأصل ويتفاعل مع بعضه بعضا مع التقدم في العمر ونمو الدماغ، وبتعبير علمي أكثر دقة، فإن الطفل يولد بما يمكن أن نسميه «برنامجا جينيا مفتوحا يمثل الإطار العام لسلوكياته» ويضم «رؤوس الموضوعات»، أما التفاصيل الدقيقة فإنها تُحدد تدريجيا بالممارسة والتعليم والاقتداء، وفي أثناء ذلك تُعدَّل بعض محتويات كتاب السلوك، بل وإحلال «بنود» تبدو جديدة محل تلك التي ولد بها الطفل.

إن الطفل يولد بدماغ انطباعي impressible (أي قادر على استيعاب المؤثرات)، ويظل محتفظا بهذه القدرة عالية حتى مرحلة الشباب، حيث يستمر «غرس» المؤثرات الخارجية التي تصله عفوا أو تلقينا، ولقد كان «دارون» مدركا تماما لهذه الحقيقة عندما قال «تجدر الملاحظة أن الإيمان يتنامى في مراحل الطفولة والشباب بالاستيعاب المستمر للانطباعات المتوالية طوال هذه الفترة من دون أن يحجب هذا طبيعته الغريزية». ويواصل «دارون كلامه قائلا: «إن التلقين في هذه المرحلة لايقتصر دوره على دفع الطفل لاشعوريا إلى اعتناق أعراف أخلاقية معينة وحسب، بل قد يؤدي إلى القبول الأعمى لما يسود كثيرا من المجتمعات البشرية من مفاهيم سلوكية حمقاء»». وفي رأيي أنه مادام الانتخاب قد شمل أيضا الأعراف الخلقية (راجع الصفحات السابقة)، فمن الممكن أن يكون هذا قد تم ـ عبر التاريخ الطويل للبشرية ـ عن طريق تعديل في بنية البرنامج الجيني المفتوح أدى إلى رفع كفاءة الدماغ البشري في «تخزين» المعلومات التي تصاغ منها الأعراف السلوكية، وإن كنا لا نعرف حتى الآن في أي مكان من الدماغ تُخزَّن هذه المعلومات، ولا كيف تُستعاد عند الطلب.

إن كل مشتغل بعلم نفس الطفولة يعرف مدى تعطش الأطفال لكل جديد من المعلومات ـ بما في ذلك طبعا ما يتعلق بالقيم الأخلاقية، ومدى استعدادهم لقبولها من دون مناقشة، وكل هذا بالطبع يُعبَّأ لا شعوريا في البرنامج السلوكي المفتوح حتى مرحلة الشباب، حيث تكون منظومة القيم التي يؤمن بها هي محصلة كل ما اختزنه في طفولته وصباه وساهم في صياغة مفاهيمه، وإن الأسس التي توضع في مرحلة الطفولة تبقى ـ في الظروف العادية ـ سارية المفعول مدى الحياة.

ونعود إلى النظرية التي أعلنها «ودنجتون» عام ١٩٦٠، وخلاصتها أن القدرة على تكوين المفاهيم الأخلاقية تولد مع الإنسان، ولكن من دون أن تكون لديه وجهة نظر محددة تجاه أي فعل سلوكي بعينه، وهذا يقودنا إلى الإيمان بالأهمية القصوى للتربية الأخلاقية، فنحن ـ في المجتمع الأمريكي ـ لم نكد نجتاز مرحلة المبالغة في أهمية ما أسميناه «حرية الطفل في صنع ما يراه صالحا لنفسه بنفسه»، حيث كانت المواد الأخلاقية في الكتب تعتبر نوعا من العبث، حتى اجتاحتنا نزعة لحذف مادة التربية الأخلاقية من المدارس، وكل هذا يعرقل جهود الوالدين في تنشئة أطفالهما، حتى ليخشى ـ لو عجز بعضهم عن أداء هذه الرسالة على ما يرام ـ أن يؤدي بنا هذا التيار إلى كارثة اجتماعية، وهنا يحق لنا أن نتساءل: ألم يحن الوقت ـ



في ضوء ما توصلنا إليه من فهم صحيح لنشأة النزعة الخلقية في الفرد ـ أن نعود إلى إعطاء التربية الأخلاقية قسطا أكبر من الاهتمام؟ إن من المهم بصفة خاصة أن تبدأ هذه التربية في مرحلة مبكرة قدر الإمكان، حيث يكون الطفل أقوى انطباعا وأكثر طواعية. إن نصف ساعة من التربية الخلقية كل يوم في مدارس التعليم الأساسي سيكون له أثر أقوى بكثير من إعطاء محاضرات في مناهج أخلاقية لطلبة الكليات، كما طالب بذلك أخيرا أحد رؤساء الجامعات.

نحن نعيش عصرا تتغير فيه القيم، ويعاني معظم أبناء الأجيال القديمة مرارة ما يلا حظونه من تصدع الأخلاق، الذي يصعب إنكار أن معظمه راجع إلى إهمال التربية الأخلاقية في المراحل المبكرة من العمر، فهذه التربية، إذا أحسنت، تقوي وعي كل طفل بعيوبه وإحساسه بمسؤوليته عن محاسبة نفسه وتقويمها، وتجعل سمو المقاييس الاجتماعية نبراسا له في حكمه على تصرفاته... وهذا هو ما يشار إليه عادة بـ «الضمير الأخلاقي».

إن النزعة التشاؤمية التي تشيع في معظم ما يكتب عن الأخلاق تكاد تصل إلى درجة اليأس من الوصول إلى وضع تكون للأخلاق الفاضلة فيه اليد العليا على الشر، وهذا هو ما عبر عنه «لورنتز Lorenz» (١٩٦٠)، وعلى الجانب الآخر يوجد معسكر رجال التربية وعلم النفس الذين يعانون الإحباط وخيبة آمالهم في أن تثمر جهود العاملين على تهيئة المناخ المناسب لعودة مكارم الأخلاق إلى المجتمع، ويبدو انهم يتجاهلون ما نادى به «ودنجتن» من ضرورة تكريس جهود غرس القيم الاخلاقية منذ بدء الطفولة، إن أهمية التربية الدينية في مقاومة الفساد الأخلاقي امر نشهد به ندرة الجرائم في كثير من شرائح المجتمع التي يتمسك أهلها بالتعاليم الدينية. والخلاصة أنه لكي يتحسن الوضع جذريا ما علينا سوى البدء فورا في تعميم التربية الدينية للصغار مبكرا قدر الإمكان.

ولربما تبسم بعض القراء من هذه النصائح التي تبدو عتيقة قائلين: أهذا هو كل ما يمكن أن يقدمه العلم لنا؟ دعوني أوضح لكم جدية ما أقول. لقد نظرت في الكتب المدرسية وفي القصص المكتوبة للأطفال، وتابعت بعض برامج التليفزيون، فاكتشفت أن معظمها «مصمم» للتسلية، وحتى القليل المعد للتعليم قد صيغ بحرص شديد على تجنيب المشاهد أي معاناة في تلقي المعلومات. إن المرء لايكاد يلمس أثرا للتعليم أو التثقيف الأخلاقي إلا في القليل جدا من البرامج الإذاعية. (التي كاد دورها يختفي أمام طغيان وسائل الإعلام المرئية)... لماذا؟ يزعم البعض أن تقديم



المواد التربوية للأطفال يعمل على «غسل أدمغتهم» بالتدخل في حريتهم الشخصية، ويزعم آخرون أن الوعظ والإرشاد الأخلاقي لم يعد «ممتعا» وأصبحت سوقه راكدة، وعن نفسي شخصيا، فإنني أرى أن لا سبيل إلى تحقيق أي نجاح في بلوغ مستوى عال من السلوك الأخلاقي في أي مجتمع متحضر مالم تتوافر الرغبة الحقيقية والعزم الأكيد.

**أي النظم الأخلاقية هو الأنسب للنوع البشري؟**

مع اقتراب حلول القرن الحادي والعشرين، اقتربت البشرية من النجاح في حل بعض ما واجهته من كبريات المشاكل مثل: الحرب والمرض ونقص الطعام. ولكن الامر مختلف بالنسبة لمشاكل أخرى تتزايد خطورتها، من بينها تفشي العنف والإرهاب، وتفكك الأسرة والحمل سفاحا والمخدرات (ولو كانت في صورة عقاقير) والأمية الثقافية، وهي مقترنة بإدمان مشاهدة التلفاز والفيديو وممارسة ألعاب الـ «أتاري» والتفريط في استخدام المصادر الطبيعية إلى درجة الاستنزاف وتخريب البيئة. وكثير من هذه المشاكل لها جذور أخلاقية لأنها في النهاية تفضي إلى المساس بالقيم المعنوية... تُرى: هل الأعراف الأخلاقية التقليدية للعالم الغربي صالحة لمساعدتنا على التعامل مع هذه المشاكل في الحاضر والمستقبل؟

إن هذه الأعراف مستمدة من التعاليم الواردة في العهد القديم (التوراة) والعهد الجديد (الإنجيل)، التي هي منبع التشريع لمعتنقي اليهودية والمسيحية طبقا للنصوص الواردة في هذين الكتابين المقدسين، فهذه التعاليم قاطعة لا اجتهاد فيها، وفي الأحوال العادية يكون للنص الناهي عن القتل ـ مثلا ـ سلطانه المطلق. ومع ذلك فالمجتمع الأوروبي المعاصر يرى في إزهاق روح الميؤوس من شفائه ـ إذا تجاوزت الأزمة حد الاحتمال ـ نوعا من الرحمة، ومثل هذه «المرونة» تجب مراعاتها بالنسبة للاجهاض الذي سيصبح عملا أخلاقيا، إذا كان في استمرار الحمل خطر محقق على الأم، أو كان ما في بطنها سوف يواجه حياة البؤس والإهمال.

لقد فقدت قيم الغرب التقليدية كفاءتها لسببين: الأول هو جمودها، وفي هذا مجافاة لمبدأ هو من صلب الأخلاق البشرية: حرية اختيار الحل الأمثل لمشكلة ما، بناء على المفاضلة في ضوء تقييم الظروف والعوامل المتعارضة، فهذا هو جوهر المسؤولية والضمان الوحيد للتوفيق، وعلينا ألا ننسى أن الأعراف الأخلاقية ذاتها قد تكونت نتيجة لتطور هو في جوهره نوع من التغير، وانتخاب طبيعي هو في

جوهره ممارسة للاختيار، ومن ثم فيجب أن تكون هذه الأعراف على درجة من المرونة تسمح بالتواؤم مع الظروف المتغيرة، وإلا فإن تطبيقها تطبيقا أعمى قد يؤدي إلى ارتكاب أعمال لا أخلاقية، وفوق ذلك، فإن أفضل حصيلة للمفاضلة بين الحلول في ضوء تقييم الظروف قد تكون مزيجا من حلول مختلفة.

والسبب الثاني لإخفاق الأعراف في مساعدتنا على مواجهة مشاكل العصر، هو سرعة وجسامة التغير في الظروف المؤثرة في مسيرة النوع البشري أو المتأثرة بها تبعا للظروف السائدة حاليا في مجتمعنا المتحضر بما يعانيه من كثافة سكانية، وهي ظروف واضحة الاختلاف عن تلك التي كانت سائدة منذ أكثر من ثلاثة آلاف سنة في الشرق الأدنى الذي كان آنذاك موطنا لشرذمة من الرعاة، وهذا هو ما عبر عنه سمينسن منذ أكثر من ثلاثين عاما، حيث قال عن حق «إن الأسس الأخلاقية التي نشأت قديما لتنظيم علاقات ناس يعيشون حياة بدائية في قبائل صغيرة متفرقة ومتنقلة، لم تعد صالحة للتطبيق في مجتمعاتنا العصرية التي تتسم بالتكدس وعدم التجانس».

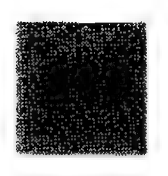
وفي رأيي أن قصور الأعراف الأخلاقية الأوروبية قد بلغ حدا لا يمكن السكوت عنه على الأقل في مواجهة ثلاث مشاكل عصرية في مقدمتها تلك التي أشار اليها «سنجر Singer» أخيرا (١٩٨١) في حديثه عما أسماه «الدائرة الممددة Expanded Circle»، قاصدا بذلك تنامي الوحدات المجتمعية الصغيرة حتى أصبحت مجتمعات مترامية الاطراف متعددة الشرائح ذات طبقات غير متكافئة وفئات غير متجانسة، تختلف فيها المفاهيم وتتداخل المصالح إلى درجة التصارع، بحيث لم تعد القاعدة الواحدة صالحة للتطبيق على الجميع. ومن هنا أصبح تغيير الأعراف أمرا لابد منه، على أن هذا التغير الاجتماعي له بعد زماني بدأ منذ عصر المجتمعات البدائية، واستمر إلى ما بعد نزول التوراة والإنجيل. كما أنه أيضا ذو اتساع مكاني، امتد من اليونان وأوروبا حتى شمل أفريقيا وأستراليا. ففي كل هذه الأزمنة والبقاع يطبق على الأجانب قانون أخلاقي مختلف كلية عما يطبق على المواطنين الأصلاء، وقد تمثل هذا بوضوح شديد أخيرا في الولايات المتحدة ـ وبخاصة في الجنوب حيث ظل البيض حتى أواسط القرن العشرين ـ يمارسون أبشع صور التفرقة العنصرية ضد السود، بل إنه مازالت لهذه التفرقة بقية تتمثل في هذه الأنانية الجماعية في جنوب أفريقيا، ولئن كان مرد هذا هو عدم تجانس المجتمع عرفيا في هاتين القارتين، فلماذا توجد في بريطانيا ـ وهي تضم مجتمعا متجانسا عرفيا إلى



حد كبير - كل هذه الاختلافات المذهبية حول كثير من القضايا الأخلاقية بين الجماعات الدينية والأحزاب السياسية والفرق الاجتماعية، مما ظل يثير الصراعات والتوترات حتى أوائل القرن العشرين. وما هذه الصراعات في حقيقتها إلا تعبير عن سخط الأقليات (أو الطبقات الدنيا) على الأحكام والقوانين التي وضعها أبناء الطبقة الراقية. ومثل هذه الصراعات في العصر الحديث ما هي إلا تجسيد لثورات أتباع المسيح الأوائل ضد أخلاقيات الإمبراطورية الرومانية البائدة. ولكي نقدر حجم الخلافات الناجمة عن تمدد الدائرة المجتمعية التي أشار إليها «سنجر»، أكتفي بذكر مشكلة أخلاقية من بلادي - أمريكا - حيث تتضارب الآراء بين الفرق الدينية من ناحية والجمعيات النسائية من ناحية أخرى حول إباحة الإجهاض (وهو جريمة قتل محرمة وفقا لما ورد في جميع الكتب السماوية)، وأمريكا معروفة كبوتقة اختلطت فيها عدة قوميات مختلفة، ولهذا مازالت الصعوبات تكتنف الجهود المبذولة «لتطبيع» العلاقة بين مختلف الأعراف الأخلاقية. ولكي نتغلب عليها مستقبلا علينا من الآن أن نفكر كيف نواجه المشاكل وكيف نتصرف في مواجهة «الارتطام» الذي لا يمكن تحاشيه بين القيم المختلفة للأفراد والجماعات.

وانبثاقا من مشكلة التمدد المجتمعي هذه، ولدت المشكلة الثانية التي يتعين على القواعد الأخلاقية التقليدية الغربية مواجهتها، تلك هي المبالغة في الاهتمام بحقوق الفرد، وهي ممثلة بوضوح كبير في المجتمع الأمريكي حيث نتج عنها ذلك الجهاد المشروع في سبيل المساواة، وبخاصة من جانب الأقليات والنساء، والذي كانت له آثار جانبية غير مرغوبة نظرا لأن المطالبين بهذا الحق كانوا يتجاهلون ما يقابله من واجبات (فيما عدا «مارتن لوثركنج الابن Martin Luther King Jr.» الذي ربما كان المجاهد الوحيد الذي ظل يذكّر أتباعه بأن كل الحقوق يتحتم أن تكون مقرونة بواجبات)، والحقيقة أن المجتمع الأمريكي تسيطر عليه نزعة نرجسية(*) Narcissism لها جذور عديدة لعل في مقدمتها التضخم المجتمعي، واعتناق تعاليم «فرويد Freud»، ورغبة الأجيال الجديدة من الأقليات في رد اعتبارهم بعدما طال إهمال المجتمع لحقوقهم، والنظام السياسي القائم على التزام كل من يفوز بمنصب انتخابي

(*) النرجسية Narcissism هي شدة عشق الذات، نسبة إلى «نرسيس Narsis وهو اسم امبراطور كان يطيل النظر في ماء البحيرة إعجابا بصورته... (المترجم).

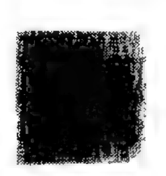


برد الدين إلى كل من انتخبه، وأخيرا وليس آخرا تركيز الديانات التوحيدية على أخلاقيات الأفراد، وبتأثير كل هذه العوامل المتشابكة، فإن أكثر من يحاولون المفاضلة بين البدائل المتاحة لمواجهة أي مشكلة أخلاقية، يقعون في حيرة شديدة لا يستطيعون معها التوصل إلى الحل الحاسم، وبخاصة إذا كان تطبيق القاعدة الأخلاقية سينتج عنه تعارض بين مصالح الأفراد من ناحية ومصلحة المجتمع من ناحية أخرى، كما في حالة سن قوانين للحد من النسل، أو فرض ضرائب لتمويل مرافق عامة، أو جمع معونات لإغاثة المنكوبين في بلد اخر.

وثالثة المشاكل الأخلاقية الخطيرة التي تواجهنا اليوم هي: كيفية التعامل مع الانفجار السكاني كظاهرة عالمية، وبخاصة بعد أن تجاوزت مسؤوليتنا عن الإصلاح الاجتماعي الحدود الإقليمية لتشمل الطبيعة بأكملها. والحقيقة أن تقديرنا لخطر تكدس السكان مازال دون المستوى اللازم، مع العلم بأن هذه المشكلة قد عولجت بشجاعة في بعض بلدان الشرق الأقصى (وبالتحديد في الصين وسنغافورة) بإعادة النظر في القيم الأخلاقية التي كانت سائدة حتى وقت استفحال المشكلة، وقد كان العلاج مصحوبا بالتضحية ببعض الحقوق الفردية (التي يعتبر فقدها مأساة في نظر المصلحين الاجتماعيين الغربيين).

إن الحيرة التي وقعنا فيها أمام مشاكلنا الاجتماعية الجديدة، إنما هي ثمرة الصراع بين القيم الأخلاقية التقليدية والمعايير المستحدثة: فالتناسل غيرالمحدود ياكل رصيد الأجيال القادمة من ضرورات الحياة، واستنزاف الموارد الطبيعية يحرم ملايين الحيوانات والنباتات البرية حق الوجود. فأين هذا التوازن الطبيعي الذي نتحدث عنه؟ ولماذا ضاع الحد الفاصل بين حرية الإنسان والحفاظ على سلامة الحياة الطبيعية؟

إن مسؤولية النوع البشري تجاه الطبيعة كلها فكرة أخلاقية قديمة، ولكنها لم تتبلور إلا أخيرا. ومن الغريب ألا يكون لها وجود في معظم الديانات وغيرها من الدساتير الأخلاقية. وفي السنوات الأخيرة ظهر في الولايات المتحدة اتجاه نحو ما يمكن تسميته «أخلاقيات البيئة» تزعمه نفر من المفكرين نذكر منهم «ألدو ليوبولد Aldo Leopold» و«راكيل كارسن Rachel Carson» و«بول إيرلش Paul Ehrlich» و«جاريت هاردن Garrett Hardin»... ولكن أكثر ما اعتبره هؤلاء الأمريكيون العصريون ذا قيمة أخلاقية، يتعارض



مع المصالح المباشرة لبعض الخاصة من الناس، ولهذا لاقت دعوتهم معارضة شديدة. والحقيقة أنه ليس أمامنا مخرج من هذه الحيرة إلا بالحد من النزعات الأنانية التي تحكمنا ونحن نضع التشريعات الأخلاقية، وبأن نعطي مصلحة المجتمع بل والكون عامة ـ ما تستحقه من تقدير حتى لو ترتب على ذلك خفض مستوى معيشة الأفراد.

ولئن كان تتبع تاريخ البشرية يدل على حدوث تطور في القيم الأخلاقية بطريقة جعلتها صالحة لمواكبة التحول من مجتمع الرعاة البدائي البسيط المتنقل إلى المجتمع الحضري المعقد والمتكتل. فإنه من المنتظر أيضا أن يحدث مثل هذا التطور الأخلاقي في عصرنا الحديث بما يناسب المجتمع الصناعي الجديد بمدائنه العملاقة المكتظة وشرائحه ذات المصالح المتشابكة. وهذا التطور الأخلاقي الذي ننشده للمستقبل يتمثل في أعراف ومعايير على جانب من المرونة، يسمح لها بالتطور كلما ظهرت مشكلة من النوع الذي ذكرناه.

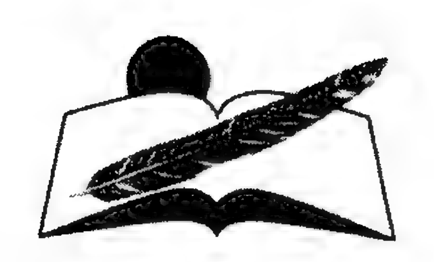
وأول ما يجب التسليم به في الدستور المقترح لأخلاقيات البيئة، هو تحريم المساس بالبيئة (بأوسع معانيها) بأي عمل من شأنه جعل حياة الأجيال القادمة أكثر صعوبة، وفي مقدمة هذه الأعمال: الإسراف المستهتر في استهلاك الموارد الطبيعية (وبخاصة تلك التي لا تتجدد)، والعدوان على الأحياء البرية والتناسل بمعدلات تتجاوز الحد الكافي لبقاء النوع. وعلينا أن نعترف بصعوبة تنفيذ هذا الدستور المقترح ـ ناهيك عن مساندته ـ لأن اصطدامه بمصالح الأفراد (بكل ما وراءها من نوازع الأنانية) أمر لا مفر منه، كما أن تطبيق مواد هذا الدستور لن يكون مثمرا إلا إذا اقتنع بها كل الناس... وهذا أمر يحتاج إلى برنامج تربوي شامل وبعيد المدى قد يستغرق عدة أجيال متواصلة... وبشرط أن يبدأ تنفيذه بين الاطفال، فهم الذين يتوافر لديهم السلوك الفطري السليم (بما فيه التودد التلقائي للحيوانات)، وغير ذلك من المؤهلات التي يمكن استغلالها لتحقيق الهدف المنشود، وهو إعلاء شأن مفهوم الحفاظ على البيئة.

ومن ناحيتي كأحد أنصار التطور ـ فإن الأخلاقيات البيئية التي أؤمن بها تتماشى مع المذهب التطوري الذي وضعه «جوليان هكسلي»، والذي تتضح معالمه من وصفه إياه بأنه «إيمان بالنوع البشري، وشعور بالانتماء إليه والولاء له، فالإنسان هو ثمرة ملايين السنين من التطور والارتقاء». ومن هنا ينبغي أن

تكون جهودنا مكرسة لتحقيق الارتقاء بمستقبل النوع البشري، مع الحرص على أن تكون كل المعايير الأخلاقية مستمدة من هذا المبدأ ورامية إلى هذا الهدف.

وفي رأيي أن هذا الدستور مطلب أخلاقي لا غنى عنه لكي يشعر كل فرد بأنه مسؤول شخصيا عن مستقبل النوع البشري بدرجة لا تقل عن اهتمامه بذاته هو، ومع نمو هذا الوعي الأخلاقي تبقى مسؤولية رعاية الطبيعة رسالة يسلمها كل جيل إلى اللاحق.

وصحيح أن التطور ليس صورة عصرية من الوصايا العشر. ومن ثم فإننا لا نتوقع منه أن يكون سجلا للأعراف والمعايير الأخلاقية. ولكن التطور هو الذي منحنا بالفعل القدرة على الارتقاء فوق سقف مطالبنا الفردية والانطلاق في سماء رحيبة نعايش فيها مطالب المجتمع البشري بأسره، وهذه النظرة الشمولية الناتجة عن الفهم الصحيح للتطور، هي التي ستهدينا إلى وضع أساس راسخ لمنظومة الأخلاقيات البيئية اللازمة لإقامة مجتمع إنساني سليم من العلل التي نعانيها الآن، ولتأمين المستقبل لعالم يكون فيه الإنسان هو الحارس الأمين على الطبيعة ومواردها وليس الذئب الذي يفترسها.



## المؤلف في سطور

### إرنست ماير

* مدرس علم الحيوان في جامعة هارڤرد الأمريكية.
* له العديد من المؤلفات منها:

«نمو الفكر البيولوجي»، «جدول واحد طويل: تشارلز دارون وأصل الفكر التطوري الحديث».

* حائز على جائزة «في بيتا كابا» لأفضل كتاب في مجال العلوم لعام ١٩٩٢.
* حصل على العديد من الجوائز والدرجات التقديرية، من بينها:

الميدالية الوطنية للعلوم، جائزة بالزان، وجائزة اليابان.

* يتمتع بالعضوية الشرفية للعديد من المؤسسات والجمعيات العلمية في مختلف أنحاء العالم.

## المترجم في سطور

### أ.د. عفيفي محمود عفيفي

* أستاذ متفرغ بكلية العلوم بجامعة المنصورة، وخبير بيولوجي بمجمع اللغة العربية بالقاهرة.
* نال درجة الدكتوراه في العلوم الطبيعية Dr. rer. nat (تخصص علم الحيوان) من جامعة ميونيخ بألمانيا عام ١٩٥٨.




## عصور الأدب الألماني

تأليف: باربارا باومان

: بريجيتا أوبرله

ترجمة: د. هبة شريف

مراجعة: د. عبدالغفار مكاوي

* حصل على درجة أستاذ كرسي Chairman العلوم البيولوجية في عام ١٩٦٩.
* نشر أكثر من سبعين بحثا علميا في مجال تخصصه الدقيق.
* في عام ١٩٨٦ اختارته مؤسسة التقدم العلمي الكويتية مترجما ومراجعا لمواد مجلة «العلوم» (الطبعة العربية لمجلة Scientific American) التي نشر له بها حتى الآن بضعة عشر مقالا في مجالي علم الحيوان وعلم الحشرات.
* له نشاط أدبي ظل مواكبا لنشاطه العلمي، كانت ثمرته ثلاث مجموعات شعرية في الفترة ما بين ١٩٦٠ و ١٩٨٠.
* له اهتمام خاص بإبراز الإعجاز العلمي للقرآن الكريم.
* حصل على جائزة الدولة في العلوم البيولوجية (١٩٦٩)، وعلى وسام العلوم والفنون من الطبقة الأولى (١٩٧١)، وعلى الجائزة التقديرية في العلوم الأساسية من جامعة المنصورة (١٩٩١).

## سلسلة عالَم المعرفة

«عالم المعرفة» سلسلة كتب ثقافية تصدر في مطلع كل شهر ميلادي عن المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب ـ دولة الكويت ـ وقد صدر العدد الأول منها في شهر يناير العام ١٩٧٨.

تهدف هذه السلسلة إلى تزويد القارئ بمادة جيدة من الثقافة تغطي جميع فروع المعرفة، وكذلك ربطه بأحدث التيارات الفكرية والثقافية المعاصرة. ومن الموضوعات التي تعالجها تأليفا وترجمة :

١ ـ الدراسات الإنسانية : تاريخ ـ فلسفة ـ أدب الرحلات ـ الدراسات الحضارية ـ تاريخ الأفكار.

٢ ـ العلوم الاجتماعية: اجتماع ـ اقتصاد ـ سياسة ـ علم نفس ـ جغرافيا ـ تخطيط ـ دراسات استراتيجية ـ مستقبليات.

٣ ـ الدراسات الأدبية واللغوية : الأدب العربي ـ الآداب العالمية ـ علم اللغة.

٤ ـ الدراسات الفنية : علم الجمال وفلسفة الفن ـ المسرح ـ الموسيقا ـ الفنون التشكيلية والفنون الشعبية.

٥ ـ الدراسات العلمية : تاريخ العلم وفلسفته ، تبسيط العلوم الطبيعية (فيزياء، كيمياء، علم الحياة، فلك) ـ الرياضيات التطبيقية (مع الاهتمام بالجوانب الإنسانية لهذه العلوم)، والدراسات التكنولوجية.

أما بالنسبة لنشر الأعمال الإبداعية ـ المترجمة أو المؤلفة ـ من شعر وقصة ومسرحية، وكذلك الأعمال المتعلقة بشخصية واحدة بعينها فهذا أمر غير وارد في الوقت الحالي.



# هذا الكتاب

المعرفة هي أسمى غايات الإنسان بوصفه أرقى الكائنات العاقلة، ومنذ فجر تاريخ البشرية والإنسان دائب على تأمل كل ما تدركه حواسه من موجودات، وبخاصة الكائنات الحية التي كانت دراستها في مقدمة اهتماماته المعرفية ... ومن هنا نشأ علم الأحياء (البيولوجيا) الذي يحاول هذا الكتاب تعريفنا به.

وعلى الرغم من قدم عهد الإنسان بعلم الحياة، فإنه ما زال يجهل الحياة نفسها، ولقد ظل العقل البشري عاجزا عن مجرد إدراك ماهية تلك القوة الخفية التي تسري في ذرات عناصر المادة فتنقلها من عالم الجمادات إلى عالم الأحياء، حيث تتشكل في كيان عضوي اسمه الخلية التي هي وحدة البناء والأداء في جميع الكائنات الحية، بدءا من البكتيريا حتى الإنسان ... ولعل غموض هذا السر هو ما دفع مؤلف هذا الكتاب (وهو عالم بيولوجي مخضرم) إلى أن يخصص في مستهله فصلا بعنوان: «ما الحياة؟».

واستعراض باقي عناوين الكتاب يدل على أنه ليس مرجعا تخصصيا، وإنما هو محاولة للربط بين أشتات من فروع العلوم الطبيعية (البيولوجية وغير البيولوجية) والعلوم الاجتماعية والإنسانية ... كوسيلة لتناول موضوعات الكتاب من منظور فلسفي شمولي ... وهذه الشمولية المعرفية كانت الطابع المميز للتراث الفكري عبر آلاف السنين منذ عصر «أرسطو» حتى عصر «ابن سينا» ... ولكن هذا الاتجاه بدأ يتراجع منذ أواسط القرن التاسع عشر أمام اندفاع تيار الأبحاث التخصصية التي بدأ بها في أوروبا عصر ما أسموه «الثورة العلمية».

والحقيقة أن ما نطلق عليه الآن ـ تجملا ـ اسم «التخصص»، ما هو إلا «تفتيت للمعرفة» أبعدنا كثيرا عن دائرة الحقائق الكلية (التي بؤرتها الإيمان بوجود خالق للكون ومدبر لشؤونه) ... صحيح أن هذا التخصص ـ في مجال العلوم الطبيعية ـ قد أثمر تقدما تكنولوجيا مكن الإنسان من السيطرة على قوى الطبيعة وتسخيرها لتحقيق أطماعه، ولكنه ـ في غمرة نشوته بهذا الانتصار ـ ينسى أن يمارس قوته في السيطرة على نفسه، ومنعها من تخريب البيئة واستنزاف مواردها ... (الأمر الذي يرى المؤلف ـ في الفصل الأخير من الكتاب ـ أنه ينذر بكارثة، حتى أنه ينادي بوضع «دستور» أخلاقي لتنظيم علاقة الإنسان بالطبيعة ومواردها).

ولبعض فصول الكتاب مغزى أبعد مما يستشفه القارئ العادي... ولا يستطيع أن يدركها بعقله وحده. ولهذا نرى أن يصطحب القارئ قلبه أيضا لكي يتبين مواقف المؤلف من بعض القضايا الأيديولوجية التي قد يقره على بعضها ويخالفه في بعضها الآخر ... ولكنه سيخرج من رحلته مع الكتاب بفكر أكثر مرونة وأقوى تطلعا إلى اكتشاف المجهول.

ISBN 99906 - 0 - 070 - 8
رقم الإيداع (٢٠٠٠٠٤/٢٠٠٢)